

Tiesalaojen toimivuus ja kunnossapito



**Tielaitoksen
selvityksiä**

3/1991

Kuopio 1991

**Kuopion
tuotantotekninen
kehitysyksikkö**

Tielaitoksen selvityksiä
3/1991

Asko Pöyhönen

**Tiesalaojien toimivuus ja
kunnossapito**

Tielaitos

Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö

Helsinki 1991

ISBN 951-47-4090-4
ISSN 0788-3722
TIEL 3200003
Valtion Painatuskeskus
Helsinki 1991

Julkaisua myy
Tiehallitus, painotuotevarasto

Tielaitos

Tiehallitus
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 1541

Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
PL 1117
70101 KUOPIO
Puh.vaihde (971) 199 111

Asiasanat salaojat, kuivatus, syväkuivatus, tienrakenne, kunnossapito

TIIVISTELMÄ

Tiesalaojen toimivuus ja kunto selvitettiin yhteensä 13 kohteessa, joista 4 sijaitsi Mikkelin, 4 Hämeen ja 5 Oulun tiepiirin alueilla. Tutkimuskohteista kolmessa putkimateriaalina oli tiili ja loppuissa muovi. Salaojen ikä oli 2-27 vuotta.

Salaojen toimivuutta ja kuntoa tutkittiin vaijeri- ja lattarasseilla, viemärikuvauksiin tarkoitetulla putkikameralla sekä kaivamalla salaoja esiin.

Salaojituskohteista, joissa salaojen avoimuutta tutkittiin rassilla, 5 oli hyvässä, 2 hyvän ja tyydyttävän välillä olevassa, 1 tyydyttävässä ja 3 huonossa kunnossa. Salaojen toimivuuden kannalta pahimmat ongelmat olivat juuri- ja maa-ainestukkeumat, ruostesaostumat sekä putkirikkoumat.

Tutkimuksen mukaan peltosalaojituksessa käytettävistä taipuisista salaojaputkien käytöstä tulee luopua ja korvata ne salkoputkilla, jotka ovat pituussuunnassa jäykkiä.

Rautapitoisilla pohjavesialueilla salaojitus tulisi suunnitella vedenalaiseksi. Putken reikien tulee olla isot sekä ympärysmateriaalia putken ympärillä normaalia enemmän.

Juuritukosten syntymistä putkiin voidaan estää käyttämällä kangaspäällysteisiä salaojia. Kuivatuksellisesti paras tapa on sijoittaa suodatinkangas siten, että ympäristäyttö jää kankaan ja putken väliin.

Salaojen nykyinen kunnossapito on vähäistä. Paras keino ehkäistä tukkeumien ja saostumien syntymistä on suorittaa riittävän usein vesipainehuuhtelu.

ALKUSANAT

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tiestöllämme olevien eri-ikäisten salaojien toimivuutta sekä niiden nykyistä kunnossapitoa ja kunnossapitotarvetta. Julkaisussa puututaan myös jonkin verran salaojituksen suunnitteluun ja rakentamiseen.

Tutkimusaihe otettiin tielaitoksen vuoden 1990 tuotantotekniseen tutkimusohjelmaan Mikkelin tiepiirin ehdotuksesta. Tutkimuksen suorittamisesta sekä julkaisun laatimisesta on vastannut ins. Asko Pöyhönen tielaitoksen Kuopion kehitysyksiköstä.

Tutkimuksen ajaksi perustettiin seurantaryhmä, johon kuuluivat dipl. ins. Kari Lehtonen TIEH/Skk, ylitark. Reijo Orama TIEH/Tg, rkm. Kari Häkkinen TIEL/M sekä sihteerinä ins. Asko Pöyhönen TIEL/Kky.

Tutkimuksen käytännön järjestelyistä ovat vastanneet sekä tutkimukseen suurella asiantuntemuksellaan vaikuttaneet rkm. Kari Häkkinen ja tekn. avust. Sari Juvela TIEL/M, rkm. Tapani Lehtimäki TIEL/H, työntutk. Ossi Laaksonen, rkm. Veikko Merenlahti, rkm. Raimo Pöykiö ja rkm. Esko Ranua TIEL/O sekä vankkana aisaparina koko tutkimuksen ajan toiminut rkm. Unto Korhonen Kuopion kehitysyksiköstä.

Oman panoksensa ovat tutkimukseen antaneet myös putkimateriaalien valmistajat sekä putkistojen kunnossapitoa harjoittavat yrittäjät.

Kuopiossa joulukuussa 1990

Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö

Sisältö

Tiivistelmä	3
Alkusanat	5
Sisällysluettelo	7

1 JOHDANTO 9

2 TUTKIMUSMENETELMÄT 10

2.1 Yleistä	10
2.2 Yleistiedot ja kenttähavainnot	11
2.3 Salaojien toimivuuden toteaminen	12
2.2.1 Vaijeri- ja lattarassit	12
2.2.2 Putkikamera	13
2.2.3 Salaojan esiinkaivu	13

3 TUTKIMUSTULOKSET 14

3.1 Yleistä	14
3.2 Tulokset tutkimuskohteittain	15

4 TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELUA 27

4.1 Salaojituksen maastoonmerkintä	27
4.2 Salaojituksen toimivuus	27
4.3 Maa-aines- ja juuritukkeumat sekä ruostesaostumat	29
4.4 Salaojaputkimateriaali	31
4.5 Kaivot ja salaojan liittyminen kaivoon	32
4.6 Salaojien nykyinen kunnossapito	34
4.7 Syväkuivatuksen ja avo-ojituksen vertailua	34

5 SALAOJITUS RAUTAPITOISILLA POHJAVESI-
ALUEILLA 36

5.1 Yleistä	36
5.2 Ruostesaostumien muodostuminen	36
5.3 Ruostesaostumavaaran arvioiminen	36
5.4 Ruostemaiden salaojitussuosituksia	37

6 SALAOJIENTEN KUNNOSSAPITO JA KUNNOSSA-PITOKALUSTO 38

6.1 Yleistä	38
6.2 Salajien lähtöasiakirjat ja maastoon- merkintä	39
6.3 Putkitukosten toteaminen	40
6.3.1 Yleistä	40
6.3.2 Menetelmät putken toimivuuden selvittämiseksi	41
6.4 Salajien kunnossapito	42

LÄHDEKIRJALLISUUTTA 45

Liitteet: Liite 1. Tutkimuslomake	(5 sivua)
Liite 2. Luotaukuvioissa käytetyt merkinnät ja symbolit	(1 sivu)
Liite 3. Luotauksiloket	(10 sivua)

1 JOHDANTO

Salaojien käyttö on lisääntynyt tienrakentamisessa uusien syväkuivatus- ja routamitoitusohjeiden myötä. Aiemmin salaojien käyttö osana teiden kuivatusta on Suomessa ollut vähäistä, vaikka tierakenteelle salaojituksesta koituvat edut on tiedostettu.

On ilmeistä, ja myöskin toivottavaa, että salaojien käyttö tulee tienrakentamisessa edelleen lisääntymään uusien materiaalivaihtoehtojen ja erilaisten kuivatustekniikoiden ansiosta. Tiesalaojitukseen liittyvä aiempi tutkimustoiminta on keskittynyt lähes yksinomaan salaojituksen suunnitteluun ja mitoittamiseen sekä rakentamiseen. Tämä tutkimus käsittelee lähinnä eri-ikäisten salaojien toimivuutta erilaisissa olosuhteissa sekä salaojien nykyistä kunnossapitoa ja kunnossapitotarvetta.

Tutkimuksessa selvitettiin salaojien toimivuus 2-27 vuoden (ikäjakauma määräytynyt tutkittavaksi sopivien salaojituskohhteiden perusteella) kuluttua niiden rakentamisesta sekä inventoitiin mahdolliset kantavuus- ja routimisvauriot tapauksissa, joissa salaojien toimivuus oli kyseenalaista. Jokaisessa tutkimuskohhteessa pyrittiin selvittämään myös syyt, jotka vaikuttivat salaojien mahdolliseen toimimattomuuteen.

Vaikka tutkimuksella haluttiin ensisijaisesti selvittää salaojien kunnossapitotarvetta sekä toimivuutta erilaisissa olosuhteissa, antanee tutkimus myös tietoa siitä, kuinka huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella pystytään vähentämään salaojien kunnossapidon tarvetta.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Yleistä

Tiesalaojien toimivuus ja kunto selvitettiin yhteensä 13 kohteessa, joista 4 sijaitsi Mikkelin, 4 hämeen ja 5 Oulun tiepiirien alueilla. Tutkimuskohteet pyrittiin valitsemaan siten, että ne kuvaisivat mahdollisimman hyvin kaikkia tiestöllämme olevia salaojia.

Putken kestoiän, mahdollisen liettymisen ja kulumisen arvioimiseksi tutkittiin salaojia, joiden rakentamisesta on kulunut 2-27 vuotta (ikäjakauma määräytyi tutkittaviksi sopivien salaojituskohteiden perusteella). Tutkimuskohteista kolmessa putkimateriaalina oli tiili ja lopuissa muovi. Muoviputkien materiaali jakautui siten, että kahdessa kohteessa muovi oli polyeteeniä (PEH) ja lopuissa polyvinyylikloridia (PVC).

Käyttötarkoituksen ja toimintaperiaatteen mukaan tutkimukseen otettiin salaojituskohteita seuraavin perustein:

- leikkausosuudet, joissa pohjamaa on routivaa ja pohjavesi ilman salaojitusta olisi päällysrakenteen alapinnan korkeudella tai ylempänä
- matalat pengerosuudet, joissa pengerkorkeus on alle 0.6 metriä ja pohjamaa on routivaa sekä lisäksi vedenläpäisevyydeltään vaihtelevaa
- rinnemaasto, jossa veden virtaus tierunkoon ja sen alle on katkaistu salaojalla routimis- ja kanta-
vuushaittojen ehkäisemiseksi.

Lisäksi kohteita valittiin rannikkoalueelta (Oulun seutu), missä rautapitoisen pohjaveden vuoksi salaojiin syntyy ruostesakkaumia ja salaojien kunnossapitotarve tämän vuoksi on suurempi kuin muualla maassa.

2.2 Yleistiedot ja kenttähavainnot

Selvitystyön pohjana käytettiin liitteen 1 mukaista tutkimuslomaketta. Rakennussuunnitelmista, tierekisteristä tai paikallisesta tiemestaripiiristä selvitettiin tutkittavista kohteista seuraavat asiat:

- tien rakentamisvuosi, viimeisin päällystämisaikakohta ja salaojan rakentamisvuosi
- miksi salaoja on rakennettu ?
- milloin salaojat ja -kaivot on viimeksi puhdistettu ja miksi ?
- tiemestarin näkemys salaojaputkien ja -kaivojen puhdistamisen tarpeellisuudesta.

Paikan päällä tutkittiin tai mitattiin seuraavat asiat:

- kohteen tierekisteriosoite
- päällisin puolin havaittavat merkit salaojien mahdollisesta toimimattomuudesta
- kantavuus- ja routimisvauriot sekä pintakuivatuksen toimivuus
- salaojavesien purkutapa

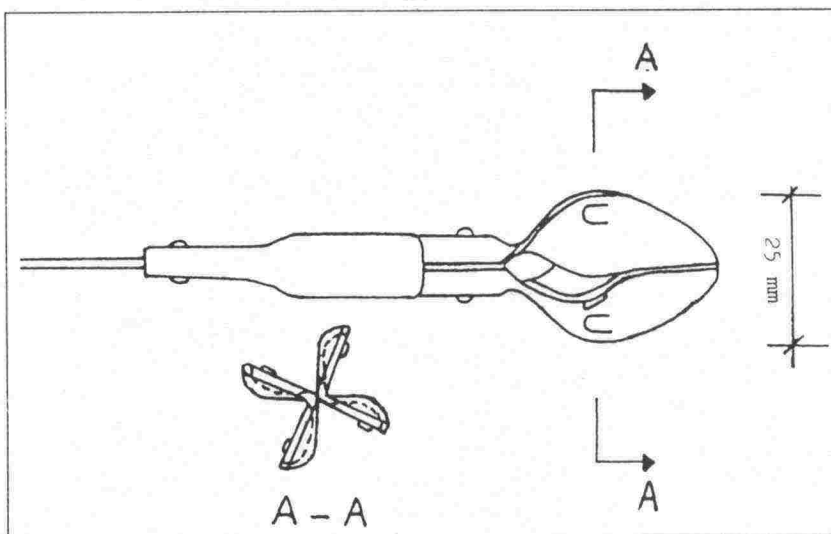
- salaojaputken koko, tyyppi, viettokaltevuus, ja putken korkeusasema tien tasausviivasta
- kaivojen koko, tyyppi, kaivoväli, lietteen määrä kaivossa ja kaivon sijainti tien poikkileikkauksessa.

Salaojien toimivuuden tai tukkoisuuden selvittämisessä käytettiin vaijeri- ja lattarasseja, putkikameraa sekä putken esiinkaivamista.

2.3 Salaojien toimivuuden toteaminen

2.2.1 Vaijeri- ja lattarassit

Vaijerirassi oli tärkein tutkimusväline salaojien avoimuuden toteamisessa. Vaijerin pituus oli 30 m ja halkaisija 13 mm. Kärkikappaleena vaijerirassissa käytettiin Kuopion tiepiirin keskuskorjaamolla rakennettua kuvan 1 mukaista kärkikappaletta.



Kuva 1. Vaijerirassissa käytetty kärkikappale.

Kärkikappale oli konstruoitu siten, että mahdollisista liete- ja juuritukkeumista jäisi näyte kärki-

kappaleen sisään tukkeuman laadun selville saamiseksi. Koska rassin pituus oli vain 30 m ja salaojakai-vojen väli oli yleensä yli 50 m, jouduttiin sama salaojaputkiosuus luotaamaan kahdesta eri kaivosta. Työnnettäessä rassia salaojassa tehtiin tunkeutumisesta havaintoja muunmuassa äänien ja tunkeutumisuuden perusteella. Rassin pysähtymisen syy pyrittiin kulloinkin päättelemään mahdollisimman hyvin.

Vaijerirassin lisäksi käytettiin lattarassia kahdessa tutkimuskohteessa Hämeen tiepiirin alueella. Lattarassin pituus oli 30 m ja kärkikappaleena käytettiin kallioporan terää muistuttavaa kappaletta, jonka halkaisija oli 10 mm.

Jokaisesta luotauksesta laadittiin luotauskuvio liitteen 2 merkintöjä käyttäen.

2.2.2 Putkikamera

Putkistojen kunnon selvittämiseen tarkoitettua kuvauslaitteistoa käytettiin kohteissa, missä ruostesakkaumat haittaavat salaojien toimivuutta. Samalla voitiin tarkkailla putken kuntoa, muotoa ja painaumia sekä vedentuloa putkeen.

Kuvauslaitteisto koostui minikamerasta, kelalla olevasta työntörassista, tv-monitorista sekä nauhurista. Kameran halkaisija oli 40 mm ja työntörassin pituus 100 m. Kuvauksen suorittamisen aikana kuvaa pystyi seuraamaan kameraan kytketyltä monitorilta. Kuvaukset nauhoitettiin myöhempää tarkastelua varten videonauhalle.

2.2.3 Salaojan esiinkaivu

Putken esiinkaivujen tarkoituksena oli selvittää syyt, miksi rassi kulloinkin oli lakannut etenemäs-

tä. Samalla saatiin tietoa siitä, kuinka luotettavia luotaustulokset ovat, sillä kärkikappale ja rassi saattoivat putkilinjan aaltoillessa sivu- ja pystysuunnassa pysähtyä kiilautumisen tai kitkan vaikutuksesta ilman, että vastassa oli tukosta. Toisaalta pienistä tukoksista ei välttämättä saatu havaintoa lainkaan, koska rassi saattoi läpäistä ne ilman suurempaa vastusta.

Oulun seudulla, missä tutkittiin lähinnä ruosteen salaojalle aiheuttamia haittoja, putken esiinkaivuilla pyrittiin selvittämään, kuinka tukossa salaojien reiät ovat ja onko erilaisilla teknisillä ratkaisuilla merkitystä ruostehaittojen ehkäisemisessä.

Salaojaputki kaivettiin esiin yhteensä 15 kohdassa ja kaivun yhteydessä tehtiin silmämääräisiä havaintoja ympäristäytön materiaalin määrästä ja laadusta, mahdollisesta suodatinkerroksesta, vesiolosuhteista sekä putken kunnosta.

3. TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Yleistä

Eri-ikäisten tiesalaojen kunnon ja toimivuuden selvittämiseksi salaojia tutkittiin yhteensä 13 eri kohteessa. Vaijeri- ja lattarasseilla luodattiin salaojia noin 2700 metriä, putkikameralla kuvattiin noin 800 metriä sekä putken esiinkaivuja suoritettiin yhteensä 15. Seuraavassa on kuvattu oleelliset tutkimustulokset kohteittain. Yhteenvedoa salaojituskohteista, joissa luotauksissa käytettiin rasia, on esitetty taulukossa 1 sivulla 26 ja luotaustulokset ilmenevät liitteestä 3. Luotaustuloksia ei ole piirretty mittakaavaan.

3.2 Tulokset tutkimuskohteittain

Vt 23 tieosat 409 ja 410/Mikkelin tiepiiri

Salaojat on rakennettu tien rakenteen parantamisen yhteydessä vuonna 1984 ilmeisesti routimis- ja kantavuusvaurioiden ehkäisemiseksi. Tie sijaitsee salaojitetulla alueella toispuoleisessa kallioleikkauksessa. Suurin osa kaivoista oli merkitty maastoon valkoisilla puupaaluilla. Tieosan 409 salaojat olivat halkaisijaltaan 100 mm tiiliputkia ja tieosan 410 tiiliputkien halkaisija oli 2 x 160 mm. Salaojat sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa 1,5-2,0 metrin syvyydessä tien tasausviivasta. Putkien viettokaltevuus oli 3,50-4,60 %. Tieosan 410 salaojat toimivat hyvin, joten luotauksia ei suoritettu. Tieosan 409 salaojissa havaittiin lietettä, jota pahimmillaan oli salaojassa yli putken puolivälin. Lietteen takia vesi ei virrannut kaivovälillä 1:4-1:6. Salaojien toimivuutta paransivat huomattavasti iso putkikoko, lyhyet kaivovälit (< 21 metriä) sekä suuri viettokaltevuus. Putkia ja kaivoja ei ollut koskaan huuhdeltu tai puhdistettu.

Kaivot olivat betonisia (\varnothing 600 ja 800 mm) ja niiden päällä oli enimmillään maata yli 0,5 metriä.

Vt 23 tieosat 313 ja 315/Mikkelin tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1982 pohjavedenpinnan alentamiseksi tiealueella. Tieosalla 313 tie sijaitsee noin 2 metriä syvässä maaleikkauksessa, missä pohjamaa on silttimoreenia. Tieosalla 315 tie sijaitsee kaivovälillä 3:1 ja 3:3 kallioleikkauksessa ja kaivovälillä 3:3 ja 4:3 tie kulkee matalalla penkereellä, missä pohjamaa on hiekkamoreenia. Vain osa purkuputkista ja kaivoista oli merkitty maastoon. Salaojat sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa 1,0-2,0

metrin syvyydellä tien tasausviivasta. Tieosan 313 putket olivat muovisia (PVC) ja tieosan 315 salaojat olivat tiiliputkia. Muoviputkien halkaisija oli 100 mm ja tiiliputkien halkaisija 80 mm. Salaojien viettokaltevuus oli 0,59-1,73 %.

Luotaukset pystytettiin tekemään kaivoista vain toiseen suuntaan, sillä jokaisella kaivovälillä salaojan toinen pää oli tulpattu. Puolet luotauksista pysähtyi tukkeumiin, jotka olivat joko juuria, silttiä tai hiekkaa. Useissa salaojissa oli myös ruoste-sakkaumia. Tutkimusajankohtana salaojissa eikä kaivoissa ollut vettä. Salaojia ja kaivoja ei ollut koskaan huuhdeltu tai puhdistettu.

Betonikaivoissa (\varnothing 600 mm) oli enimmillään lietettä 10 cm. Kaivot olivat vaikeasti löydettävissä niiden päällä olleen paksun maakerroksen vuoksi. Salaojien purkuputket olivat betonia ja ne olivat pahasti tukossa.

Mt 417 tieosa 002/Mikkelin tiepiiri

Salaojat on rakennettu tien rakenteen parantamisen yhteydessä ilmeisesti routimisvaurioiden ehkäisemiseksi vuonna 1976, sillä pohjamaa on alueella routivaa silttiä tai silttimoreenia. Tiellä ilmeni kuitenkin edelleen kantavuus- ja routimisvaurioita yhtä lailla sekä salaojitetulla että salaojittamattomalla tieosuudella. Suurin osa kaivoista sekä purkuputket oli merkitty maastoon keltaisilla metallipaaluilla. Muoviset (PVC), halkaisijaltaan 80 mm, salaojat sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa 1,4-1,5 metrin syvyydellä tien tasausviivasta. Putken viettokaltevuus oli 0,72-1,37 %.

Luotauksista kahdessa rassi pysähtyi noin 23 metrin etäisyydellä kaivoista (kaivoväli 1:2-1:3). Pysähty-

misen syynä olivat putkeen työntyneet juuret. Salaojan toimivuus oli hyvä, vaikka salaojia ei ollut huuhdeltu koskaan. Ainoa puhdistamistoimenpide on ollut putkirikon korjaaminen kaivovälillä 1:3-1:4.

Salaojakaivot olivat betonisia (\varnothing 600 mm) ja niissä oli enimmillään lietettä 25 cm. Liette oli poistettu kaivoista viimeksi vuonna 1987. Osa kaivoista sijaitsi lähes 0,5 metriä paksun hiekkakerroksen alla, jolloin niiden löytämisessä oli vaikeuksia. Kaivovälit olivat keskimäärin 100 metriä.

Kt 62 tieosa 004/Mikkelin tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1963 pohjavedenpinnan alentamiseksi tiealueella. Salaojitetulla alueella tie sijaitsee noin 1,5 metriä syvässä maaleikkauksessa. Tien rakennekerrosten alapuolinen materiaali on valtaosin silttimoreenia. Kaivot ja purkuputket oli merkitty maastoon keltaisilla metallipaaluilla. Muoviset (PVC), halkaisijaltaan 100 mm, salaojat sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa 1,7-2,0 metrin syvyydessä tien tasausviivasta. Salaojat oli päällystetty suodatinkankaalla (Fibertex). Putken vietto-
kaltevuus oli 0,32-2,53 % ja putken ympärystäytösmateriaalina oli käytetty hiekkaa. Hiekkaa oli laitettu myös putken alle.

Yhtä luotausta lukuunottamatta, rassi pysähtyi aina juuritukkeumiin. Työnnettäessä rassia putkeen, kietoutui juurimassaa vaijerin ja kärkikappaleen ympärille niin, että rassin poisvetäminen saattoi olla hankalaa. Tutkittaessa juurimassaa tarkemmin sen havaittiin olevan osittain maatonut ja paksuimmat juuret olivat halkaisijaltaan jopa 10 mm. Toisin sanoen, juuret olivat alkaneet kasvaa paksuutta päästyään putken sisälle. Salaoja kaivettiin esiin kahdesta kohti. Kaivannoista oli selvästi havaittavis-

sa, että alueella kasvavien pajujen juuret olivat alkaneet työntyä salaojan ympärystäyttyön. Näin ilmeisesti siksi, että salaojakaivannon täyttömateriaalit olivat löyhempiä kuin ympäröivän perusmaan, jolloin vastus juurien kasvulle oli pienempi täyttömaassa kuin perusmaassa. Lisäksi salaojan ympärysmateriaali on parempi maaperä kasvualustaksi kosteustensa vuoksi. Huomionarvoista oli myös se, että juuret olivat työntyneet aina kahteen metriin saakka maanpinnasta. Suodatinkangas oli kaivukohdassa ehjä, eivätkä juuret olleet pystyneet läpäisemään sitä. Koska salaojat olivat kuitenkin lähes täynnä juuristoa, on suodatinkankaan täytynyt rikkoontua jostain esimerkiksi putken asentamisen yhteydessä.

Salaojissa oli vettä, mutta juuritukkeumien vuoksi se ei virrannut. Lisäksi yksi salaojan purkuputkista oli täysin tukossa.

Salaojakaivot olivat betonisia (\varnothing 600 mm) ja niissä oli enimmillään lietettä ja juurimassaa 20 cm. Kaivot oli tyhjennetty viimeksi vuonna 1987. Yksi kaivoista oli jäänyt yksityistieliittymän alle ja suurin osa kaivoista oli jopa 0,5 metriä paksun maakerroksen peitossa.

Kt 45 tieosa 002/Hämeen tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1985 tien routimishaittojen ehkäisemiseksi. Salaojan sekä lämpöeristyksen rakentamisen jälkeen tiellä ei ole ilmennyt routimis- eikä kantavuusvaurioita. Kaivot löytyivät hyvin suunnitelmien avulla, vaikka salaojitusta ei ollut merkitty maastoon. Muoviset (PVC), halkaisijaltaan 100 mm ja kaivovälillä 1:1-1:3 200 mm, salaojaputket sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa 1,2-1,5 metrin syvyydellä tien tasausviivasta. Putken viettokaltevuus oli 0,42-0,89 %.

Suuri osa luotauksista pysähtyi juuritukkeumiin ja putkirikkoihin. Kohteessa tehtiin putken esiinkaivu kahdessa kohti rassin pysähtymisen syyn selvittämiseksi. Ensimmäisessä kaivukohteessa (kaivoväli 1:4-1:5) salaoja oli poikki ja putken päät olivat täysin erillään toisistaan. Putki oli rikkoontunut ilmeisesti jo rakentamisvaiheessa. Putken ympärystäytössä ja välittömästi sen alla oli jopa 200 mm suuruisia kiviä. Toisessa kaivukohteessa (kaivoväli 3:1-3:2) salaoja oli ehjä ja toimi moitteettomasti. Vesi alkoi kuitenkin virrata salaojasta kaivantoon, mikä viittasi putken alajuoksun puolella olevasta tukoksesta. Luotauksessa rassi oli pysähtynyt kaivukohdassa juuritukkeumaan, jota kaivuajankohtana ei kuitenkaan havaittu. Ilmeisesti juuritukos oli tullut luotauksessa rassin vaijerin ja kärkikappaleen mukana pois.

Betoniset kaivot (\varnothing 600 ja 800 mm) olivat puhtaat, vaikka salaojia ja kaivoja ei ollut huuhdeltu tai puhdistettu kertaakaan niiden rakentamisen jälkeen.

Mt 301 tieosa 005/Hämeen tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1988 rinteestä tulevan veden poisjohtamiseksi tiealueelta. Salaojitetulla alueella tie kulkee hiekkamoreenileikkauksessa. Tutkimuskohteessa ainoastaan purkuputket oli merkitty maastoon keltaisilla muoviputkillla. Muoviset (PVC), halkaisijaltaan 100 mm, salaojat sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa 1,0-1,6 metrin syvyydellä tien ta-sausviivasta. Salaojaputkien viettokaltevuus oli 2,43-3,65 %.

Luotauksissa käytettiin sekä vaijeri- että lattaras-sia. Luotauksista noin puolessa rassin eteneminen pysähtyi. Pysähtymisten syynä oli ilmeisesti se, että putken viettokaltevuus ei ollut lineaarinen, jol-

loin rassi juuttui kitkan vaikutuksesta putken seinämiin. Itse salaojat ja kaivot olivat puhtaat, vaikka niiden puhdistamista ei ollut suoritettu työn vastaanoton jälkeen. Rassin pysähtymisen syy selvitettiin yhdessä kohti (kaivoväli 2:1-2:2) kaivamalla putki esiin. Kaivukohdassa putki teki äkkijyrkän noin 30 cm nousun, mikä selitti rassin pysähtymisen.

Betoniset kaivot (Ø 600 mm) olivat vaikeasti löydettävissä, sillä kaivot olivat noin 20 cm paksun maakerroksen peitossa.

Mt 301 tieosa 001/Hämeen tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1988 lähinnä tilanpuute- ja esteettisyyssyistä, sillä maantien ja kevyen liikenteen väylän väliin ei ollut haluttu rakentaa syvää sivuoja. Maastoon oli merkitty ainoastaan purkuputkien sijainti punaisilla puupaaluilla. Salaojien syvyys tien tasausviivasta oli 1,2-1,8 metriä ja putken viettokaltevuus 1,0-3,7 %. Muoviputket (PVC) olivat halkaisijaltaan 160 mm kaivovälillä 1:1-1:2 ja 100 mm kaivovälillä 1:3-1:4. Salaojat olivat puhtaat ja luotaukset pysähtyivät rassin kiihlauduttua putken seinämiin.

Kaivoista kaksi oli muovikaivoja (Ø 200 ja 300 mm) ja yksi betoninen (Ø 600 mm). Kaivot olivat helposti löydettävissä, mikä ainakin osaksi johtui siitä, että muovikaivojen teleskoopikansiston ansiosta kaivon kansi oli ollut mahdollista säätää maanpinnan tasoon. Salaojia ja kaivoja ei ollut puhdistettu kertaakaan niiden rakentamisen jälkeen.

Vt 3 tieosa 135/Hämeen tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1967. Välin 1 salaojat sijaitsivat moottoritien keskikaistalla ja kaivot

olivat yhteiset sadevesiviemäröinnin kanssa. Välin 2 ja 3 salaojat sijaitsivat ajoradan sisäluiskassa. Salaojien rakentamisen syytä ei pystytty päättämään ja niiden tarkoitus jäi kyseenalaiseksi. Esimerkiksi tutkimusajankohtana salaojissa ei ollut lainkaan vettä. Tiiliset, halkaisijaltaan 100 mm, salaojaputket sijaitsivat 1,7-2,0 metrin syvyydellä tien tasausviivasta. Putken viettokaltevuus oli 0,53-0,91 % ja salaojat olivat hyvässä kunnossa.

Luotauksissa rassi pysähtyi vain kahdesti. Pysähtymisten syynä olivat putkirikot. Kohteessa suoritettiin putken esiinkaivu kahdessa kohti putkirikkoutumien syiden selvittämiseksi. Ensimmäisessä kaivukohdassa (kaivoväli 1:1-1:2) tiiliputki oli painunut kasaan. Putken ympärillä oli laadultaan hyvä ympäristäytymateriaali ja sitä oli riittävästi. Toisessa kaivukohdassa (kaivoväli 3:2-3:3) salaoja sijaitsi louhepenkereen alla. Kaivu jouduttiin keskeyttämään tiepenkereen sortumavaaran takia. Ilmeisesti lohkarieet olivat painaneet tiiliputken kasaan.

Betonikaivot (\emptyset 600 ja 800 mm sekä 1000 x 1000 mm²) olivat muutamaa kaivoa lukuunottamatta tyhjiä, vaikka puhdistamistoimenpiteitä sadevesikaivoja lukuunottamatta ei ollut suoritettu. Osa kaivoista oli vaikeasti löydettävissä, koska ne olivat lähes 0,5 metriä paksun multakerroksen peitossa.

Pt 18877 tieosa 001/Oulun tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1980 routimisvaurioiden syntymisen ehkäisemiseksi. Routimis- ja kantavuusvaurioita on kuitenkin esiintynyt edelleen lähes joka kevät. Muoviset (PVC), halkaisijaltaan 130 mm, salaojat sijaitsivat 1,5-1,9 metrin syvyydessä tien tasausviivasta ajoradan ulkoluiskassa. Putken viettokaltevuus oli 2,0-5,6 %. Salaojitusta ei oltu mer-

kitty maastoon. Salaojat olivat pahoin lietteen tukkimia ja kaivosta 2:1 ei voitu luotauksia suorittaa, koska lietettä oli yli putkitason. Purkuputkista, jotka olivat PVC-salaojaa, toinen oli tukossa ja toinen oli painunut kasaan.

Betoniset kaivot (\varnothing 800 mm) olivat helposti löydettävissä ja kaivoa 2:1 lukuunottamatta ne olivat puhtaat.

Pt 18679 tieosa 001/Oulun tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1988 pohjavedenpinnan alentamiseksi sekä tiealueen kaventamiseksi. Muoviset (PEH), halkaisijaltaan 100 mm, salaojat sijaitsivat 1,3-2,1 metrin syvyydessä tien tasausviivasta paikallistien ja kevyen liikenteen väylän välissä. Salaojitusta ei ollut merkitty maastoon millään tavalla. Salaojien viettokaltevuus oli 0,20-0,90%.

Luotauksista osa pysähtyi hiekka- ja liejutukkeumiin. Salaojissa oli myös jonkin verran ruostetta. Osassa salaojia oli vettä, mutta se ei virrannut.

Betonikaivot (\varnothing 800 ja 1000 mm sekä 1700 x 1700 mm²) olivat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta tyhjä. Enimmillään kaivoissa oli lietettä noin 0,5 metriä. Kaivot olivat yhteisiä sadevesiviemäröinnin kanssa.

Vt 5 tieosa 365/Oulun tiepiiri

Välin 1 ja 2 salaojat on rakennettu vuonna 1978 ja välin 3 salaojat vuonna 1982 routimisvaurioiden syntymisen ehkäisemiseksi. Muoviset (PVC), halkaisijaltaan 100 mm, salaojat sijaitsivat 2,2-2,8 metrin syvyydessä tien tasausviivasta. Tien poikkisuunnassa salaojat sijaitsivat lähellä sivuojan pohjaa. Salaojien viettokaltevuus oli 0,50-2,60 %.

Suurin osa luotauksista pysähtyi juuri- ja maa-ainestukkeumiin. Salaojissa oli myös jonkin verran ruostesaostumia. Purkuputkista yksi oli tukossa ja salaojissa oli vettä, mutta se ei virrannut.

Betoniset kaivot (\emptyset 600 mm) oli merkitty liikenne-merkkiputkillla ja ne olivat helposti löydettävissä. Yhtä kaivoa lukuunottamatta kaivot olivat puhtaat, vaikka niitä ei ollut puhdistettu rakentamisen jälkeen.

Mt 813 tieosa 006/Oulun tiepiiri

Salaojat on rakennettu vuonna 1985 tien parantamisen yhteydessä paannejään syntymisen ehkäisemiseksi. Pohjamaa on soraista hiekkaa ja tie sijaitsee alueella hydrologisesti vaikeissa olosuhteissa. Pohjaveden rautapitoisuus on ollut vuonna 1985 5,2 mg/l. Kohteessa on kokeiltu kolmea erilaista salaojitusratkaisua paannejään ja ruostesakkaumien syntymisen ehkäisemiseksi. Salaojitus on pystynyt estämään paannejään haitallisen muodostumisen. Salaojittamattomilla osuuksilla on paannejäästä sen sijaan muodostunut ajoittain runsaasti.

Salaojituksen kokonaispituus oli 340 metriä ja salaojat sijaitsivat valtaosin tien sivuojan ulkolouiskassa. Putken viettokaltevuus oli vain 0,3-0,4 %. Salaojia ei luodattu rassilla vaan kaikki kaivovälit kuvattiin putkikameralla. Lisäksi salaoja kaivettiin esiin 4 eri kohdasta. Salaojat oli huuhdeltu viimeksi 2 kuukautta ennen tutkimusajankohtaa.

Putkimateriaalina oli käytetty vankkurimallista, alta rei'ittämätöntä (\emptyset 160 mm) PVC-putkea, suodatin-kankaalla päällystettyä (\emptyset 150 mm) PVC-putkea sekä PVC-putkea (\emptyset 100 mm), jonka päällä oli salaojalevyt (Styrox). Mikään edellä mainituista ratkaisuista ei

ollut pystynyt estämään ruosteen muodostumista putkessa ja ruosteen aiheuttamat haitat olivat kaikissa putkimateriaaleissa samanlaisia. Kohteessa, missä putken niskaan oli asennettu Styrox -salaojalevy ($B \times L = 400 \times 200 \text{ mm}^2$) vettäjohtavaksi ja ruostetta suodattavaksi materiaaliksi, olivat sekä levy että putken reiät pahoin ruosteen tukkimia. Laboratoriossa mitattujen vedenläpäisevyysarvojen perusteella voidaan todeta, että tutkimusajankohtana otetun levypalan vedenläpäisevyys oli puolet huonompi kuin aluperäisen käyttämättömän salaojalevyn.

Suodatinkankaalla päällystetyssä salaojaputkessa olivat sekä putken reiät että suodatinkangas ruosteen tukkimia. Kaikissa kaivukohteissa vesi seisoikaivannossa, mikä ainakin osaksi johtui siitä, että salaojan reikien tukkoisuuden takia vesi ei päässyt kunnolla putkeen. Puhdistettaessa ja avattaessa tiukalla salaojaputken reikiä, vesi alkoi virrata kaivannosta putkeen.

Merkille pantavaa oli myös se, että putken sisällä oli jo ruostesaostumia, vaikka putken viimeisimmästä huuhtelusta oli ehtinyt kulua vasta kaksi kuukautta.

Pt 18710 tieosa 001/Oulun tiepiiri

Salaojat sijaitsivat alikulkukäytävän anturan molemmien puolin ja ne oli suunniteltu upposalaojiksi. Muoviset tuplasalaojaputket (PEH), halkaisijaltaan 100 mm, kuvattiin putkikameralla. Koska salaojat olivat upposalaojia, täytyi sulkukaivo ennen kuvausta tyhjentää pumpulla. Kun vesipinta laski kaivossa alle salaojien alapinnan tason, alkoi putkesta valua ruostesakkaa veden mukana kaivoon. Ruostesaostumamäärän ja huuhtelun tehon arvioimiseksi, salaojat kuvattiin ennen ja jälkeen painevesihuuhtelun. Ennen huuhtelua salaojissa oli runsaasti ruostesaostumia.

Tämä johtui ilmeisesti siitä, että virtausnopeus on pienempi vedenalaisissa salaojissa, jolloin putkiston luonnollinen huuhtoutuminen on vähäisempää. Painevesihuuhtelu irroitti tehokkaasti ruosteen putken seinämistä, mikä ainakin osaksi johtui siitä, että hapettomassa tilassa rauta ei pääse kovettumaan putken seinämiin. Huuhtelun jälkeen salaojista tuli vettä runsaammin eli huuhtelu oli pystynyt aukaisemaan myös putken reikiä.

Putkikameraa käytettiin Oulun seudulla lisäksi kolmessa muussa salaojituskohteessa. Tulokset olivat hyvin samankaltaisia kuin edellä on mainittu. Jokaisessa kohteessa ruostehaitat olivat suurin ongelma salaojien täysipainoiselle toimivuudelle. Kuvaukset suoritettiin aina ennen ja jälkeen painevesihuuhtelua. Oli selvästi havaittavissa, että huuhtelun jälkeen salaoja oli puhtaampi, vesi kirkasta ja vedentulo runsaampaa kuin ennen huuhtelua.

Oulun seudulla suoritetuissa putkikamerakuvauksissa ja putken esiinkaivuissa havaittiin erityisesti PVC-putkissa ruostesaostumien lisäksi lommoja ja litistymiä.

Tienumero ja tiepiiri	Salaoja raken- nettu	Luodattujen kaivovälien lukumäärä	Kaivovälien pituus (m)	Salaoja- koko (mm) ja -tyyppi	Salaojen syvyys tsv:sta (m)	Salaojan vietto- kaltevuus (%)	Tukokset, putkirikot yms.	Salaojen toimivuus ja kunto
Vt 23 Mikkelin tiepiiri	1984	6	18,0 - 21,0	2*160 tiili 100 tiili	1,5 - 2,0	3,50 - 4,60	Osassa salaojaa lie- tettä	Hyvä
Vt 23 Mikkelin tiepiiri	1982	13	13,0 - 60,0	100 PVC 80 tiili	1,0 - 2,0	0,59 - 1,73	Maa-aines tukkeumia sekä ruostesaostumia	Tyydyttävä
Mt 417 Mikkelin tiepiiri	1976	5	99,0 - 101,0	80 PVC	1,4 - 1,5	0,72 - 1,37	Juuritukkeumia osassa salaojaa	Hyvä
Kt 62 Mikkelin tiepiiri	1963	7	39,0 - 81,0	100 PVC	1,7 - 2,0	0,32 - 2,53	Juuritukkeumia run- saasti	Huono
Kt 45 Hämeen tiepiiri	1985	11	70,0 - 75,0	100 PVC 200 PVC	1,2 - 1,5	0,42 - 0,89	Juuritukkeumia ja putkirikkoja	Hyvä/tyydyttävä
Mt 301 Hämeen tiepiiri	1988	7	33,5 - 83,0	100 PVC	1,0 - 1,6	2,43 - 3,65	Salaoja aaltoili pysty- suunnassa	Hyvä
Mt 301 Hämeen tiepiiri	1988	3	62,0 - 84,0	160 PVC 100 PVC	1,2 - 1,8	1,00 - 3,70	-	Hyvä
Vt 3 Hämeen tiepiiri	1967	15	20,0 - 70,0	100 tiili	1,7 - 2,0	0,53 - 0,91	Putkirikkoja, salaojassa ei vettä	Hyvä
Pt 18877 Oulun tiepiiri	1980	4	41,0 - 47,0	130 PVC	1,5 - 1,9	2,00 - 5,60	Lietettä	Huono
Pt 18679 Oulun tiepiiri	1988	11	39,5 - 72,0	100 PEH	1,3 - 2,1	0,20 - 0,90	Hiekka- ja liejutukkeu- mia	Hyvä/tyydyttävä
Vt 5 Oulun tiepiiri	1978 1982	11	50,0 - 70,0	100 PVC	2,2 - 2,8	0,50 - 2,60	Juuri- ja maa-ainestuk- keumia, ruostesaostumia	Huono

Taulukko 1. Yhteenveto tutkimuskohteista, joissa luotauksissa käytettiin russia. Kolmannen sarakkeen kaivoväleihin on laskettu mukaan myös purku- ja tuloputket.

4. TUTKIMUSTULOSTEN TARKASTELUA

4.1 Salaojituksen maastoonmerkintä

Salaojien rakentaminen oli harvoin toteutettu rakennussuunnitelmien mukaisesti. Lisäksi salaojasuunnitelmat olivat usein puutteellisia, varsinkin silloin, kun salaoja oli rakennettu tien rakentamisen jälkeen. Tämän takia on salaojien toiminnan seuraamiselle välttämätöntä, että salaojien purkuputket ja kaivot on merkitty maastoon.

Tutkituissa kohteissa salaojat oli merkitty maastoon erittäin puutteellisesti. Yleensä salaojitus oli helpommin paikannettavissa, jos se oli yhteydessä pintavesiviemäröinnin kanssa. Muulloin kaivojen päällä saattoi olla multaa tai hiekkaa paksuimmillaan yli 0,5 metriä. Tällöin kaivojen etsinnässä jouduttiin käyttämään jopa metallinilmaisinta tai traktorikaivuria. Tien rakenteen parantamisen tai muuhun tiehen liittyvän lisärakentamisen yhteydessä salaojat ja kaivot olivat lisäksi saattaneet jäädä linja-autopysäkkien tai yksityistieliittymien alle.

4.2 Salaojituksen toimivuus

Salaojituksen kuntoa ja toimivuutta pyrittiin arvioimaan kaikissa niissä kohteissa, joissa salaojien toimivuutta tutkittiin rassilla (vrt. taulukko 1).

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että kohteista 5 oli hyvässä, 2 hyvän ja tyydyttävän välillä olevassa, 1 tyydyttävässä ja 3 huonossa kunnossa.

Salaojituksen toimivuutta oli kuitenkin erittäin vaikea arvioida, sillä vaikka salaoja oli tukossa tai rikkoontunut, saattoi salaojan ympäristäytö

pystyä toimimaan ainakin osittain salaojana. Lisäksi aina ei oltu täysin varmoja salaojan tarpeellisuudesta kyseisessä kohteessa, jolloin huonosti toimivasta salaojasta ei luonnollisestikaan ollut havaittavissa vaurioita tiellä. Edellä mainitun takia huonokuntoiseksi arvioitu salaojitus ei välttämättä tarkoita salaojien täydellistä toimimattomuutta.

Yleensä salaojitetulla tieosuudella ei ilmennyt kantavuus- tai routimisvaurioita. Tosin tien kantavuus on riippuvainen muustakin kuin syväkuivatuksesta. Tällöin mahdollisesti huonosti toimivan salaojituksen osuutta kantavuuden alenemiseen on vaikea arvioida. Lisäksi tien rappeutuminen tapahtuu yleensä aina pitkällä aikajänteellä, jolloin salaojituksen mahdollinen toimimattomuus ei ilmene tien rakenteessa heti. Poikkeuksen tästä muodostavat tietysti tapaukset, joissa salaojitus liittyy alkukäytäviin tai pohjavesipinnan alentamiseen, jolloin salaojien toimimattomuus näkyy nopeasti esimerkiksi tulvimisena, paannejään muodostumisena tai tien kantavuuden menetyksenä. Tutkimuksen aikana tuli esiin tapauksia, joissa salaojitus oli jouduttu uusimaan kokonaan sen huonon toimivuuden takia.

Tutkimuskohteista osassa salaojitus oli rakennettu ehkäisemään routimisvaurioiden syntymistä. Tutkimuksessa ei saatu selvää käsitystä siitä, kuinka monessa tapauksessa salaojitus oli pystynyt estämään routimisvaurioiden synnyn, koska tiehen oli salaojittamisen yhteydessä tehty usein myös muita parannustoimenpiteitä.

Salaojien toimivuuden kannalta pahimmat ongelmat olivat juuri- ja maa-ainestukkeumat, ruostesaostumat, putkirikkoumat ja ympärystäytön materiaalin laatu. Lisäksi salaojan liittämisen kaivoon ilmeni ongelmia. Myös salaojituksen toimivuuden seuran-

ta on tällä hetkellä vaikeaa salaojituksen puutteellisen merkinnän vuoksi.

4.3 Maa-aines- ja juuritukkeumat sekä ruoste- saostumat

Käyttämällämme tutkimusmenetelmällä, kärkikappaleella varustetulla rassilla, maa-ainestukkeumista ei saatu todellista kuvaa. Tämä johtui siitä, että rassi pystyi läpäisemään pienet tukkeumat ja työntymään vaivattomasti osittain lietteen täyttämässä putkessa. Lisäksi on mahdollista, että vedenvirtaus oli estynyt salaojaan kokonaan putken reikien tukkeuduttua lietteestä. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin pahojakin maa-ainestukkeumia ja todellisuudessa tukkeumia esiintyy varmasti enemmän.

Lietteen määrään salaojissa vaikuttaa ympäröivän perusmaan maalaji, putken viettokaltevuus sekä virtaaman suuruus. Yleensä lietteen tulo putkeen vähenee ajan kuluessa. Nykyisellä saatavilla olevalla kunnossapitokalustolla (painevesihuuhtelu) liete on poistettavissa helposti sekä salaojista että sen rei'istä.

Juuritukkeumat saattavat olla lietettä pahempi ongelma. Tutkimuskohteissa esiintyi juuritukkeumia odotettua enemmän. Jotkut tutkituista salaojista olivat täynnä juuristoa, jolloin salaojan toimivuus oli hyvin kyseenalaista. Löyhässä maassa, kuten salaojan päällä, pensaiden ja puiden juuret työntyvät helposti jopa 2 metrin syvyyteen saakka. Usein pensaiden ja puuston juuriston tunkeutumisvaaraa salaojaan ei ole helppo ennakoida. Siellä missä se on ennakoitavissa, kannattaa vaara eliminoida mahdollisimman hyvin. Puiden ja pensaiden kohdalla voidaan käyttää tiivistä polyeteeniputkea tai suodatinkan-kaalla päällystettyä salaojaa.

On selvitetty, että huokonen, jonka läpimitta on 30 μm , päästää läpi veden. Juuren läpäisy puolestaan edellyttää 60 μm :n huokoskokoa. Tähän perustuen on kehitetty kankaalla päällystettyjä muoviputkia, joissa kankaan huokoset ovat vain veden läpäiseviä, 30 μm :n suuruisia. On kuitenkin todettava, että kankaan käytöstä on myös jonkin verran haittaa, sillä tällöin veden virtausvastus kasvaa, minkä pienentäminen puolestaan on yksi salaojan ympäristäytön tehtävistä.

Tällä hetkellä kangaspäällysteisiä salaojaputkia on saatavana vain PVC-materiaalista, joten käytettäessä PEH-putkia, kangas joudutaan asentamaan työmaalla. Kangaspäällysteisten putkien käytössä tulee huolehtia siitä, että salaojaputki on kauttaaltaan kankaan peittämä, putkiliitokset mukaan lukien.

Kuivatuksellisesti paras tapa on sijoittaa suodatin-kangas siten, että ympäristäyttö jää kankaan ja putken väliin.

Yhdessä tutkimuskohteessa (Kt 63, tieosa 041/Mikkelin tiepiiri) salaojan ympärillä oli käytetty myös suodatinkangasta (Fibertex), mutta salaoja oli silti täysin juuriston tukkima. Putken esiinkaivussa todettiin, että kaivukohdassa kangas oli ehjä, eivätkä juuret olleet pystyneet läpäisemään sitä. Toisin sanoen salaojassa täytyi olla jossain kangasrikko tai putken peittäminen kankaalla oli puutteellinen.

Erityisen tärkeää tiiviin putken tai kankaalla päällystetyn salaojan käyttö saattaa olla salaojissa tai purkuputkissa, jotka sijaitsevat lähellä maanpintaa. Useissa tutkimuskohteissa purkuputkena oli käytetty reiällistä putkea, jolloin juuritukokset olivat hyvin yleisiä.

Salaojittamista rautapitoisilla pohjavesialueilla sekä ruostesaostumavaaran ennaltaehkäisyä käsitellään laajemmin luvussa 6.

4.4 Salaojaputkimateriaali

Kahdeksassa tutkimuskohteessa salaojaputkimateriaali oli muovia ja kolmessa tiiltä. Tiiliputkea on käytetty vielä 1980-luvun alkupuolella, mutta nykyisin sen käyttö on kovin vähäistä. Muovimateriaali oli valtaosin polyvinyylikloridia (PVC).

Putkikamerakuvauksissa, luotauksissa sekä putken esiinkaivuissa havaittiin erityisesti PVC-putkissa hyvin usein litistymiä, putkirikkoontumia sekä muita muodonmuutoksia. Useimmat putkirikoista olivat saattaneet tulla jo salaojan asentamistyön aikana koneiden liikkuesssa ja työskennellessä alueella. Osa painaumista aiheutui myös putken ympärystäytössä olleista kivistä. Kamerakuvauksissa oli kiepiltä asennetuista salaojaputkissa havaittavissa myös selvää aaltoilua sekä vaaka- että pystysuunnassa.

Edellä mainittujen syiden takia peltosalaojituksessa käytettävistä taipuisista salaojaputkien käytöstä tulee luopua ja korvata ne salkoputkilla, jotka ovat pituussuunnassa jäykkiä. Salkoputkia käytettäessä työn laatu paranee oleellisesti, sillä paremman kestävyytensä ohella ne on myös helpompi asentaa oikeaan viettokaltevuuteen.

Salkoputkia, joiden pituus tällä hetkellä markkinoilla olevista on yleensä 6 metriä, on saatavina sekä PVC- että PEH-muovista valmistettuna. Tällä hetkellä PVC- ja PEH-salaojaputkien käyttö jakautuu tienrakentamisessa suurin piirtein tasan. Verrattessa PEH- ja PVC-salaojaputkia keskenään on todettava, että PEH-putki paremman iskunkestävyydensä an-

sioista ei ole niin altis putkirikkoontumille varsin-
kaan pakkasella kuin PVC-putki. Lisäksi PEH-putki
kestää höyrystelatuksen mahdollisissa jäätymistapauk-
sissa. PEH-salaojaputki on jonkin verran kalliimpi,
mutta sen kustannuslisä salaojan rakentamisen yksik-
köhintaan on vain noin 4%.

4.5 Kaivot ja salaojan liittyminen kaivoon

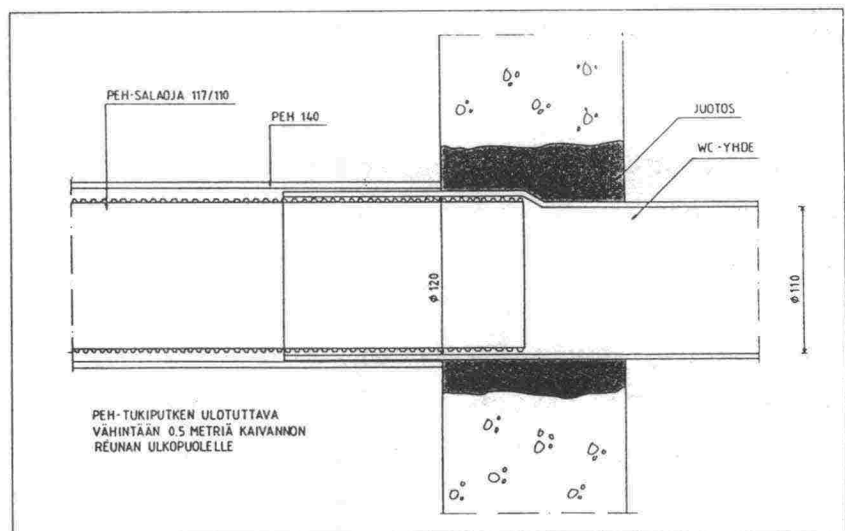
Yhtä tutkimuskohdetta lukuunottamatta kaivot olivat
betonisia ja kaivon halkaisija oli yleensä 600 tai
800 mm. Yhdessä kohteessa oli käytetty teleskooppi-
kansistolla varustettuja muovikaivoja. Tällöin kai-
von kansi oli saatu esteettisesti luiskaan hyvin so-
pivaksi ja kaivot eivät olleet jääneet luiskamateri-
aalin alle.

Muovikaivojen käytöstä tiesalaojissa tähän mennessä
saatujen kokemusten perusteella voidaan todeta, että
muovikaivoja käyttäen on päästy usein edullisempiin
työjärjestelyihin ja samalla laadukkaampiin salaoja-
linjoihin. Muovi on kaivomateriaalina varsin nuori
ja standardisointityö on vielä kesken, jolloin ra-
kentajan on tarkoin selvitettävä kulloisenkin käyt-
tötarkoituksen asettamat vaatimukset kaivotyypille.

Betonikaivojen putkireiät oli lähes yksinomaan tehty
työmaalla. Nykyisin ollaan siirtymässä käytäntöön,
jonka mukaan tehtaalle lähetettävästä kaivokortista
ilmenee reiän koko, sijainti ja korkeusasema. Täl-
löin on kuitenkin syytä varautua jopa huomattavasti-
kin normaalia pidempiin toimitusaikoihin.

Koska liitostyöt kaivoihin oli tehty työmaalla, oli-
vat salaojan liitostavat kaivoon hyvin kirjavia ja
usein myös epämääräisiä. Kuvattaessa salaojia put-
kikameralla oli lähes aina todettavissa, että sala-
ojassa oli painauma noin 1,0 - 2,0 metrin matkalla

kaivosta. Tämä johtui valtaosin huolimattomasta kaivon ympärystäytön tiivistämisestä sekä salaojan huonosta liittämisestä kaivoon. Putken painauma oli usein havaittavissa myös kaivosta, jolloin salaojan päät olivat taittuneet osittain ylöspäin. Jotta vesipesän syntymiseltä kaivon viereen voidaan välttyä, tulee huolehtia kaivon ympärystäytön riittävästä tiivistämisestä sekä salaojan kunnollisesta tuennasta. Oulun tiepiirissä on menestyksellisesti käytetty kuvan 2 mukaista liitostapaa. Esimerkiksi 140 mm:n PEH-putki sopii riittävän tiukasti wc-yhteen laajemman osan ympärille ja näin muodostunut kolmiseinämäinen rakenne kestää myöhemmin mahdollisesta tiivistymisestä aiheutuvan painumisen.



Kuva 2. Salaojan liittäminen kaivoon.

Lisäparannustoivomuksena on, että wc-yhteen saisi polyeteenipohjaisena, jolloin se ei esimerkiksi pakkasella olisi niin altis rikkoontumisille. Lisäksi edellä mainittu ratkaisu käy vain putkikoolle 117/100 mm, jolloin halkaisijaltaan suuremmilla putkilla liittämisoongelma joudutaan ratkaisemaan tapauskohtaisesti.

4.6 Salaojen nykyinen kunnossapito

Salaojen nykyinen kunnossapito on vähäistä. Ehkä ainoan poikkeuksen muodostaa rannikkoseutu, missä salaoja huuhdellaan suhteellisen säännöllisesti, jopa kaksi kertaa vuodessa. Samassa yhteydessä puhdistetaan myös kaivot. Muualla ainoat kunnossapitotoimenpiteet kohdistuvat lähes pelkästään salaojakaivojen puhdistamiseen ja nekin lähinnä vain niihin kaivoihin, jotka ovat yhteisiä pintavesiviemäröinnin kanssa.

Tiemestareiden näkemys salaojen kunnossapitotarpeesta oli vaihteleva. Jonkun mielestä salaojat tulisi tarkastaa joka viides vuosi kun taas jonkun toisen mielestä kunnossapitotimenpiteitä ei tarvita lainkaan.

Tiesalaojitusta ei kuitenkaan voi suunnitella niin, että se ei tarvitsisi huoltoa ja puhdistamista. Puhdistamisen määrään ja aikaväliin pystytään kylläkin vaikuttamaan huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella, mutta hoitotarvetta ei pysty kokonaan poistamaan. Salaojen toimivuuden tarkkailua sekä kunnossapitomenetelmiä käsitellään laajemmin luvussa 6.

4.7 Syväkuivatuksen ja avo-ojituksen vertailua

Syväkuivatuksella huolehditaan siitä, että maakerrosten sisällä esiintyvä vesi ei tuota tierakenteelle olennaista kantavuus-, routimis- tai syöpymishaittaa. Syväkuivatuksen tarve riippuu lähinnä maaperäolosuhteista ja tasausviivan asemasta. Tarve on vähäinen korkeilla pengerosuuksilla ja tilanteissa, jolloin alusrakenne on routimatonta tai maalajiltaan routivaa mutta homogeenista eikä pohjavesi yllä päällysrakenteeseen. Syväkuivatuksella pyritään

poistamaan vajovedet, katkaisemaan pohjavesivirtaus tai alentamaan pohjaveden pintaa.

Salaojan rakentamisen yksikköhinta keskinkertaisissa olosuhteissa oli vuoden 1989 kustannustasossa 44 - 57 mk/m riippuen salaojaputken koosta (\varnothing 100 - 130 mm). Verrattaessa avo-ojituksen ja syväkuivatuksen rakentamiskustannuksia keskenään voidaan todeta, että matala sivuoja ja sen yhteydessä käytettävä salaoja tulee kaivumassojen vähentyessä usein halvemmaksi kuin syvä avo-oja. Käytettäessä syväkuivatusta on tiealueen kaventuminen ja leikkausmassojen vähentymisen synnyttämä säästö usein niin suuri, että se saattaa olla jopa suurempi kuin salaojituksesta aiheutuneet kustannukset.

Sekä avo-ojituksen että syväkuivatuksen pitäminen tien kuivatustarpeen mukaisessa kunnossa aiheuttaa myös kunnossapitokustannuksia. Koska Suomessa tiesalaojien kunnossapito on kuitenkin erittäin vähäistä, ovat syväkuivatuksen kunnossapitokustannukset lähes olemattomat. Tanskassa, missä salaojitus on vallitsevin syväkuivatuksen menetelmä, on tiesalaojien pitäminen toimivina avo-ojituksen kunnossapitokustannuksiin verrattuna selvästi edullisempaa.

Salaojien käytön pääasiallisin syy on kuitenkin tien laatutason tuntuva paraneminen. Salaojien käytön mahdollistamat matalat sivuojat ja loivat sisäluisikat parantavat oleellisesti tien ja maaston sopu-sointua sekä liikenneturvallisuutta vähentämällä tieltäsuistumisen vaarallisuutta. Ruotsissa tehdys-sä tätä vastaavassa tutkimuksessa todetaan, että tieltäsuistumistapauksissa vakavia liikenneonnettomuusseurauksia voitaisiin huomattavasti vähentää, jos käytettäisiin salaojitusta matalan loivaluiskaisen sivuojan kanssa.

5 SALAOJITUS RAUTAPITOISILLA POHJAVESIALUEILLA

5.1 Yleistä

Salaojaputkien ruostesaostumat ovat monilla tavoilla todellinen ongelma salaojien toimivuudelle. Rautapitoisilla pohjavesialueilla ruoste saostuu putkiin ja voi näin saattaa koko salaojituksen toimintakelvottomaksi. On kuitenkin toimenpiteitä, joita voidaan tehdä ruostesakkaumien muodostumisen estämiseksi tai hidastamiseksi.

5.2 Ruostesaostumien muodostuminen

Rauta esiintyy pohjavedessä liukoisessa kaksiarvoisessa muodossa. Hapettuaan kolmiarvoiseksi se muuttuu vaikealiukoiseksi. Tällöin syntyy saostuma, jota kutsutaan ruosteeksi. Hapettuminen voi tapahtua kemiallisesti tai biologisesti, mutta ilmeisesti biologinen saostuminen on salaojaputkessa yleisempi. Tämä perustuu siihen, että erilaiset bakteerit pysyvät käyttämään raudan hapettua vapautuvaa energiaa.

5.3 Ruostesaostumavaaran arvioiminen

Ruostesaostumavaaran kannalta ovat ratkaisevimmat tekijät maaston muoto, maalaji ja vesisuhteet kyseessä olevalla alueella. Suunnitteluvaiheessa on pyrittävä toteamaan mahdollinen saostumisriski niin, että ennakoivat toimenpiteet voidaan ottaa huomioon jo tässä vaiheessa.

Ruostehaittoja voidaan epäillä syntyvän ainakin seuraavissa tapauksissa:

- aikaisemmin tehty salaojitus alueen läheisyydessä on ruosteen tukkima

- jos avo-ojien vedenpinnalla on öljymäistä kalvoa tai ojissa on punertavia hyytelömäisiä tai hiutalemaisia saostumia
- jos veden rautapitoisuus on yli 7 mg/l ja pH-arvo on alhainen
- jos alueella on paineellista pohjavettä, lähteitä tai ruosteisia lähteensilmiä
- jos salaojitusalueella on turvetta.

Jotta suunnittelija pystyy suunnittelemaan parhaan salaojitusratkaisun kulloiseenkin tilanteeseen rautapitoisilla pohjavesialueilla, tulee pohja- tai maastotutkimuksiin jo varhaisessa vaiheessa sisällyttää pohjavesinäytteiden otto ja niiden analysointi.

5.4 Ruostemaiden salaojitussuosituksia

Ruostehaittojen syntymisen estämiseksi ei tällä hetkellä ole ehdottoman varmaa ratkaisua. Tämän vuoksi salaojat kannattaa suunnitella helposti puhdistettaviksi ja huollettaviksi. Käytännön kokemusten sekä tutkimusten kautta on saatu lukuisia ohjeita ja suosituksia salaojituksen rakentamiseksi rautapitoisilla pohjavesialueilla.

Jos mahdollista tulisi salaoja suunnitella vedenalaiseksi eli upposalaojaksi. Tällöin salaojan tulisi aina, myös alimman pohjavedenpinnantason aikaan, olla pohjavedenpinnan alapuolella. Salaojan ollessa veden alla, rauta ei pääse reagoimaan hapen kanssa ja saostumaan ruosteeksi.

Myös Oulun seudulla suoritettujen salaojien putkikamerakuvausten sekä painevesihuuhtelujen yhteydessä

todettiin, että upposalaojaksi suunniteltu salaoja toimi parhaiten. Painevesihuuhtelun jälkeen putki oli myös puhtaampi verrattuna muihin salaojitusratkaisuihin.

Muoviputkea käytettäessä tulee käyttää putkea, missä reiät ovat mahdollisimman suuret. Oulun seudulla suoritettujen salaojien esiinkaivuissa havaittiin, että pienireikäisissä salaojissa reiät saattoivat olla niin tukossa ja ruosteen kovettamia, että niitä oli vaikea saada auki edes teräväpäisellä tikulla.

Ympäristäyttemateriaalia kannattaa käyttää putken ympärillä normaalia enemmän. Sen sijaan suodatinkankaita, salaojalevyjä tai muita vastaavia keinotekoisia materiaaleja ei saa käyttää putken ympärillä. Ruotsissa ja Norjassa on sahajauhosta saatu hyviä kokemuksia peltosalaojien ympärysmateriaaleina. Sahajauho estää hyvin putken liettymistä, mutta sen vedenjohtokyky ei ole yhtä hyvä kuin esimerkiksi soran. Sahajauho estää ruostesaostumien muodostumista, sillä se sisältää parkkiainetta, joka muodostaa raudan kanssa liukoisia kompleksiyhdisteitä. Salaojan ympäristäyttöä suunniteltaessa tulee huomioida, että sahajauho lahoaa maassa ollessaan. Sahajauhon määrästä on jäljellä 20 vuoden kuluttua noin puolet. Lahoamisen takia on ympäristäyttemateriaalin määrän oltava ainakin kaksinkertainen soraan verrattuna. Lisäksi salaojan sijoittamisessa on otettava huomioon ympäristäytön painumisesta aiheutuvat haitat.

6 SALAOJIEN KUNNOSSAPITO JA KUNNOSSAPITOKALUSTO

6.1 Yleistä

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että tiesalaojien nykyinen kunnossapito on vähäistä. Tutkimuk-

sen kohteena olleita salaojia, lukuunottamatta Oulun lähistöllä rautapitoisella pohjavesialueella sijainneita salaojia, ei ollut huuhdeltu kertaakaan niiden rakentamisen jälkeen. Tämä johtunee ainakin osaksi siitä, että kunnossapidon tarpeesta ja määrästä on vallinnut epätietoisuus, kunnossapito-ohjeistoa ei ole ollut ja muunmuassa salaojien sijaintitietojen siirto rakentajilta kunnossapitäjille on ollut satunnaista ja puutteellista.

Yleensä ainoaksi kunnossapitotoimenpiteeksi on jäänyt lietteen poisto niistä kaivoista, jotka ovat yhteisiä sadevesiviemäröinnin kanssa. Nykyisin myös tien rakentamisen loppukatselmuksessa saatetaan edellyttää, että rakentaja on puhdistanut ja huuhdellut tien kuivatukseen liittyvät putkistot.

Salaojien huollon tarkoituksena on varmistaa salaojituksen mahdollisimman hyvä ja jatkuva toiminta rakentamisen jälkeen. Erityisen tärkeää on huollon merkitys silloin, kun salaojitusta käytetään pohjavedenpinnan alentamiseen siltti- ja rautapitoisissa maalajeissa tai jos salaojitus liittyy alikulkukäytävien kuivatusjärjestelmiin.

Vähimmäisvaatimuksena tiesalaojien hoidossa ja kunnossapidossa pitäisi olla, että ainakin ensimmäisinä vuosina tulisi kaikkia salaojarakenteita seurata ja tarkastaa kerran vuodessa. Myöhemmin tarkastuksia voidaan harventaa tai tihentää saatujen kokemusten perusteella.

6.2 Salaojien lähtöasiakirjat ja maastoonmerkintä

Salaojituksen lähtöasiakirjat on annettava kunnossapitäjälle mahdollisimman suppeassa ja helppokäyttöisessä muodossa. Lähtöasiakirjojen tulisi olla yhteiset muiden kuivatusjärjestelmien, kuten esimerkiksi

sadevesiviemäröinnin kanssa. Lähtöasiakirjoista tulisi ilmetä ainakin seuraavat asiat tieosuuksittain:

- kunkin putkisalaojan alku- ja loppupiste sekä putkilinjan korkeusasema ja sijainti tien poikkileikkauksessa
- kaivojen sijainti
- laskuaukkojen tai purkuputkien sijainti
- putken materiaali, halkaisija ja viettokaltevuus.

Maastossa laskuaukot ja purkuputket tulee merkitä näkyviin paaluin. Paalut tulee sijoittaa tien ulkoluiskaan, jotta ne eivät ole esimerkiksi heinän tai muun kasvillisuuden niiton tiellä.

6.3 Putkitukosten toteaminen

6.3.1 Yleistä

Usein salaojen toimivuus voidaan selvittää paikan päällä ilman erityisiä työvälineitä. Esimerkiksi seuraavat asiat viestivät ainakin osittaisesta salaojan toimimattomuudesta ja kunnossapidon tarpeesta:

- kaivoissa vesi on ylempänä kuin kuivatustaso
- purkuputkista ei tule vettä edes keväällä maksimivirtaaman aikaan
- salaojitetulla alueella ilmenee kantavuus- tai routimisvaurioita
- Sivuojoissa seisoo vesi tai talvisin muodostuu paannejäättä.

6.3.2 Menetelmät putken toimivuuden selvittämiseksi

Putkitukosten toteamisessa voidaan käyttää samoja menetelmiä kuin tämän tutkimustyön yhteydessä on käytetty. Halvin tukosten toteamistapa on käyttää vaijeri- tai lattarassia, jonka päähän on kiinnitetty putkea vahingoittamaton karkikappale.

Viemärikameralla tai putkikameralla (vrt. kohta 2.2.2) pystyy tarkastelemaan putkea sisältäpäin. Kameralla voi todeta muunmuassa mahdolliset saumarikot ja painaumat sekä juuri- ja maa-ainestukkeumat. Tällä hetkellä saatavista kameroista pienin mahtuu \varnothing 75 mm putkeen. Kuvaustulokset voidaan taltioida nauhalle myöhempää tarkastelua varten. Kuvauslaitteiston tuntiveloitushinta kameran käyttäjän kanssa on 330-380 mk/h (vuonna 1990).

Tarvittaessa voidaan tehdä myös merkkiainekoe esimerkiksi kaliumpermanganaatti- tai rodamiini B-merkkiaineella. Merkkiainekokeella saadaan selville, mikä osa salaojaverkosta toimii ja mikä osa on tukossa.

Putken esiinkaivun yhteydessä suoritettavien havaintojen perusteella voidaan päätellä muunmuassa seuraavaa:

- jos putkea esiinkaivettaessa vettä pursuaa putken saumoista tai rei'istä, se on merkki alajuoksun puolella olevasta tukoksesta
- jos putken ympärystäytössä on ruostetta, ruoste on todennäköisesti täyttänyt putken saumat ja raot estäen veden pääsyn putkeen
- jos putki on kuiva ja puhdas, vaikka yläpuolella seisoo vesi, on syynä todennäköisesti putkitukos

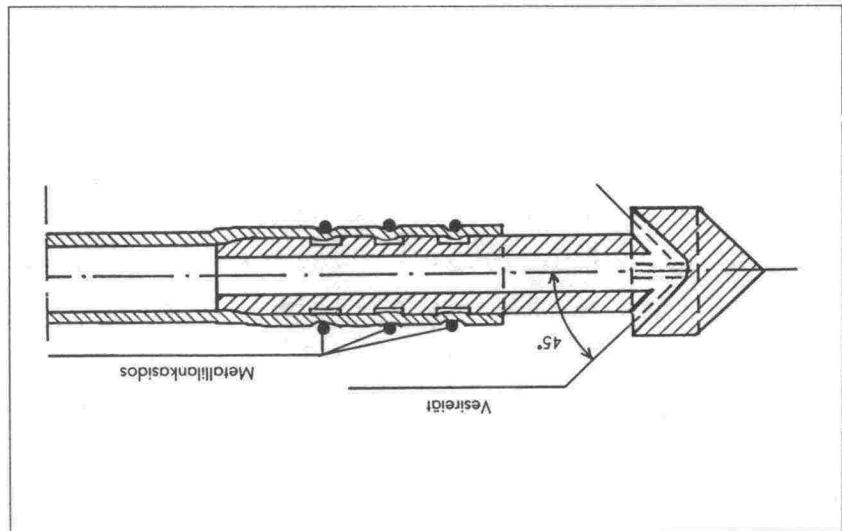
- jos putkessa on harmaata limaa, on kysymyksessä orgaaninen hyytelö, joka estää tai hidastaa veden pääsyn salaojiin.

6.4 Salaojien kunnossapito

Kaivojen lietepesät tarkastetaan vähintään kerran vuodessa. Jos lietettä on paljon, pyritään sen alkuperä selvittämään. Lietteen poiston tarve on yleensä suurempi salaojan toiminnan alkuaikoina ja kaivoissa, jotka toimivat myös sadevesiviemärikaivoina. Kaivojen tyhjentämiseen soveltuu parhaiten normaallissa viemäriverkoston kaivojen tyhjentämisessä käytettävä imuauto. Imuauton tuntiveloitushinta on 210-290 mk/h (vuonna 1990) riippuen pumpun tehosta, auton säiliötilavuudesta sekä siitä, onko samaan autoon kytketty painevesilaitteisto vai ei.

Jos kerralla puhdistettavien salaojakaivojen määrä on pieni ja kaivoissa on vähän lietettä, voidaan kaivot tyhjentää myös käyttämällä viemäripuhdistuskauhaa (pylväskauha). Kauhamalleja on useita ja saranoidun kauhan saa kiinnitettyä aina 6 m pituiseen varteen asti.

Paras keino ehkäistä tukkeumien syntymistä salaojissa on suorittaa riittävän usein vesipainehuuhtelu. Huuhtelussa vesipaineeksi riittää yleensä 0,5-1,0 MPa. Letkun kärkekappaleena käytetään yleisimmin suutinta, jossa vesisuihku suuntautuu valtaosaltaan taakse ja sivuille (kuva 3). Vesisuihku kuljettaa tällöin kärkekappaletta eteenpäin ja huuhtelee putkistoon kertyneet lietteet kaivoon. Taipuisan, kudosvahvisteisen muovi- tai kumiletkun koko on sovittavissa huuhdeltavien salaojaputkien koon mukaan. Yleisimmin käytetty letkun sisähalkaisija on 12,5 tai 25 mm.



Kuva 3. Huuhteluletkun suutin.

Jos putkistoon on tullut tukkeuma, jota ei saada auki huuhtelemalla, jatketaan työtä rassaamalla vaijeri- tai lattarassilla. Rassien päähän voidaan liittää tarpeen mukaan erilaisia kärkikappaleita, kuten esimerkiksi harjoja. Työ voidaan aloittaa pienillä kärkikappaleilla ja suurentaa niitä tukkeuman avautumisen mukaan. Rassauksen jälkeen putkisto huuhdotaan ja irronnut aines poistetaan.

Kuten kaivoihininkin, kertyy lietettä salaojaputkiin enemmän salaojan toiminnan alkuaikoina, joten tarkastus- ja huoltotoimenpiteet tulee ajoittaa ja suunnitella tämän mukaisesti.

Rautapitoisilla pohjavesialueilla, missä veden rautapitoisuus on yli 7 mg/l, täytyy salaojat niiden toiminnan alkuaikoina huuhdella 2-3 kertaa vuodessa sekä jatkossa tarpeen mukaan. Säännöllinen painevesihuuhtelu on tarpeen vähintään kolmen vuoden aikana rakentamisen jälkeen. Niissä tapauksissa, joissa

ruoste muodostaa hyytelömäisen saostuman putkiin, se on usein helppo saada pois, jos puhdistus tapahtuu aikaisessa vaiheessa.

Kunnossapidon kannalta ehkä pahimman ongelman muodostavat juuritukkeumat. Tukkeumia voi yrittää repiä sopivalla kärkikappaleella varustetulla rassilla. Heikkolaatuinen putki voi tällöin kuitenkin rikkoutua ja joka tapauksessa tämä hankala puhdistustoimenpide joudutaan suorittamaan määrääjoin. Tällöin kannattaa useissa tapauksissa harkita uuden putken rakentamista ja pyrkiä suojaamaan putki suodatinkaalla niin hyvin kuin mahdollista uusien juuritukkeumien estämiseksi.

Salaojan purkuojan ja putken kunto tulee tarkastaa joka talvikauden jälkeen. Mahdollisesti liettynyt oja kaivetaan alkuperäiseen syvyyteen ja samalla tarkastetaan sekä tarvittaessa huuhdotaan tai puhdistetaan purkuputki.

LÄHDEKIRJALLISUUTTA

Berglund, G., Huhtasaari, C., Ingevall, A., Ruostemaitten salaojitus, paineellisen pohjavesialueen salaojitus. Salaojakeskuksen julkaisuja 3/1984. Helsinki 1984. 41 s.

Kevyen liikenteen alikulkukäytävien ongelmakohdat. Tutkimusraportti. Oulu 1984. TVL/Oulun piiri. 15 s.

Nordqvist, G., Tegengren S., Konditionen hos 0-30 år dräneringsledning i täckdiken utefter väg. Stockholm 1979. Institutionen För Vägbyggnad Kungl Tekniska Högskolan. Bulletin 1979:2. 45 s.

Nuormala, L., Salaojitusongelmat marja- ja hedelmäviljelmillä. Lehtiartikkeli Puutarha 9/1986. 2 s.

Salaojat teiden kuivatuksessa. TVH/Tiensuunnittelu-toimisto. Helsinki 1979. TVH 722320. 38 s.

Salaojien huolto ja kunnossapito. Suunnitteluohje KH91-00129. Rakennuskirja 1989. 8 s.

Salaojituskoetoiminnasta Ruotsissa ja salaojaputken ympärysaineista. Salaojituksen tutkimusyhdistys ry:n tiedote n:o 3. Helsinki 1987. 55 s.

Teiden suunnittelu. TVL:n ohjeet kansio B kohta "kuivatus". Helsinki 1979 ja 1985. 55 s.

Tienrakentamisen yksikköhintatiedosto. MVR-yksikköhintatiedosto. Elokuu 1988. 9 s.

Vaitomaa, K., Sahajauhon soveltuvuus salaojaputken ympärysaineeksi ja okrasaostumien ehkäisyyn. Diplomityö. Helsinki 1988. 57 s.

**TIESALAOJIENTOIMIVUUS JA KUNNOSSAPITO
TUTKIMUSLOMAKE****1.YLEISTÄ**

Piiri	H	M	O
Tutkija			
Pvm.			
Tien nro		Tieosa	
Rak. vuosi		Salaoja rak.	
KVL		Ajon./vrk	
Tien poikkileikkaustyyppi			
Päällystetyyppi			
Viimeisin päällystäminen suoritettu v.			

Tutkimusta edeltävän kolmen edellisen vuorokauden ja tutkimusajankohdan sää:

Miksi salaoja on rakennettu ja kuvailu siitä, kuinka tie ja tien tsv suhtautuvat ympäröivään maastoon ?

Onko salaojitetulla alueella päällisin puolin merkkejä salaojien toimimattomuudesta (kuten esim. tulviminen) ?

Toimiiko pintakuivatus hyvin ?

LIITE 1 2(5)

Tiellä havaittavat kantavuus- ja/tai routimisvauriot sekä muut päällystevauriot. Verkkohalkeamissa käytetään jakoa tiheät, kun silmäkoko on ≤ 150 mm ja harva, kun silmäkoko on > 150 mm.

Viivahalkeamissa käytetään jakoa leveät (≥ 10 mm) ja kapeat (< 10 mm). Onko salaojitetulla ja salaojittamattomalla osuudella eroja tien pinnan rappeutumisessa ?

Vaurioitumiseen johtaneet (mahdolliset) syyt:

Onko routimisen estämiseksi tien rakentamisen jälkeen rakennettu salaoja pystynyt estämään tien uudelleen routimisen?

2.SALAOJAPUTKI

Salaojaputken luotaamisesta laaditaan luotauskaavio käyttäen liitteen 2 mukaisia symboleja ja merkintöjä. Välillä 1,2,3,... tarkoitetaan aina yhtä salaojaputkikokonaisuutta. Kaivot numeroidaan aina tieosien kasvusuunnassa, toisin sanoen kaivo nro 1 on aina kulloisenkin putkikokonaisuuden ensimmäinen kaivo tieosan kasvusuunnassa.

Luotauskaavioon merkitään salaojasta lisäksi seuraavat tiedot:

- putken pituus (=kaivoväli)
- havaitaanko putkessa virtausta v tai ∇
- käytetään symbolia h, jos luotaussondi työntyy helposti
- luotauspituus sondin pysähtyessä.

Lisäksi alla olevaan taulukkoon merkitään:

Väli 1 Kaivon 1:1 tierekisteriosoite _____

Kaivonum.	Putkikoko	Viettokal-	Putken syv. tsv:sta
ja -koko	Ø mm ja	tevuus %	m, sij. poikk.leikk.
	tyyppi		ja sondin pys. syy ¹

1:1 Ø	_____	-	_____
1:2 Ø	_____	_____	_____
1:3 Ø	_____	_____	_____
1:4 Ø	_____	_____	_____
1:5 Ø	_____	_____	_____

Väli 2 Kaivon 2:1 tierekisteriosoite _____

2:1 Ø	_____	-	_____
-------	-------	---	-------

jne.

1) Sondin pysähtymisen syy (onko sondissa maa-ainesta, putkessa mutka juuritukos jne.?)

LIITE 1 4(5)

Onko salaoja ja purkuputki merkitty maastoon millään tavalla näkyviin kuten esim. paaluin ?

Milloin salaoja on viimeksi puhdistettu ja kuinka usein puhdistaminen keskimäärin suoritetaan ?

Puhdistamisen syy (ruostesakkaumat, hienojakoinen maa-aines) ?

Puhdistamismenetelmä (painepesu, huuhtelu) ?

Tiemestarin näkemys salaojaputken ja -kaivojen puhdistamisen tarpeellisuudesta ?

Miten salaojavedet puretaan maastossa ?

Purkuputken kunto ja tyyppi. Onko havaittavissa virtausta ?

3.KAIVOT

Salaojakaivoista merkitään luotauskaavioon kaivoväli, halkaisija, sekä materiaali.

Kaivojen sijainti tiealueella (etäisyys tien reunasta)

LIITE 1 5(5)

Onko kaivot merkitty maastoon millään tavalla kuten esim. paaluin ja onko kaivot helposti löydettävissä (kansi esim. maan alla) ?

Ovatko salaoja ja sadevesiviemäri yhdistetyt samoihin kaivoihin ?

Onko betonikaivoissa salaojaputken reiät tehty työ-
maalla vai jo tehtaalla ?















Milloin kaivot on viimeksi puhdistettu ja kuinka usein puhdistaminen keskimäärin suoritetaan ?

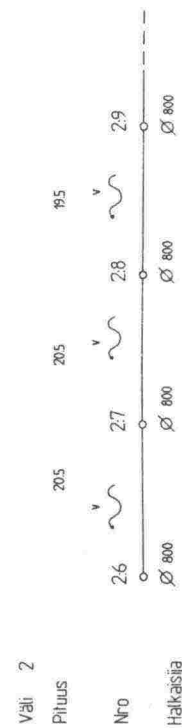
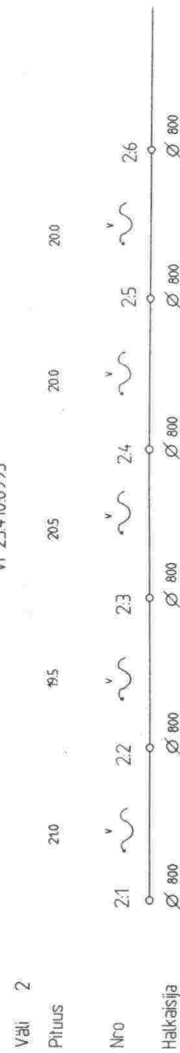
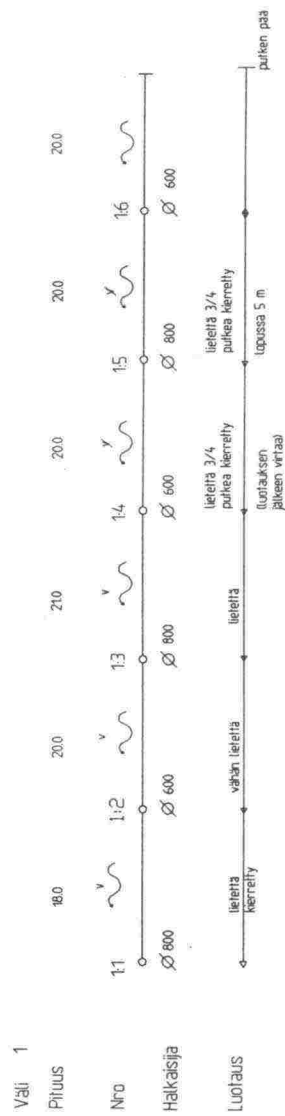
Puhdistamismenetelmä ?

[illegible]

LIITE 2

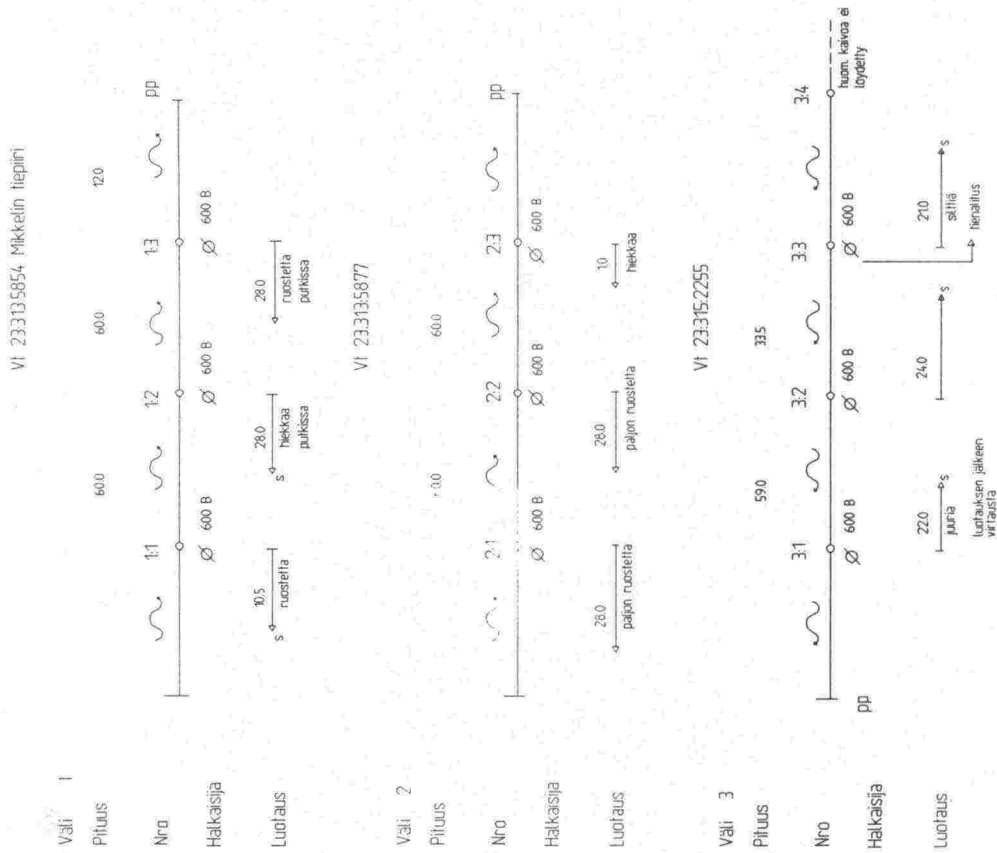
LUOTAUSLOMAKKEISSA KÄYTETYT MERKINNÄT JA SYMBOLIT

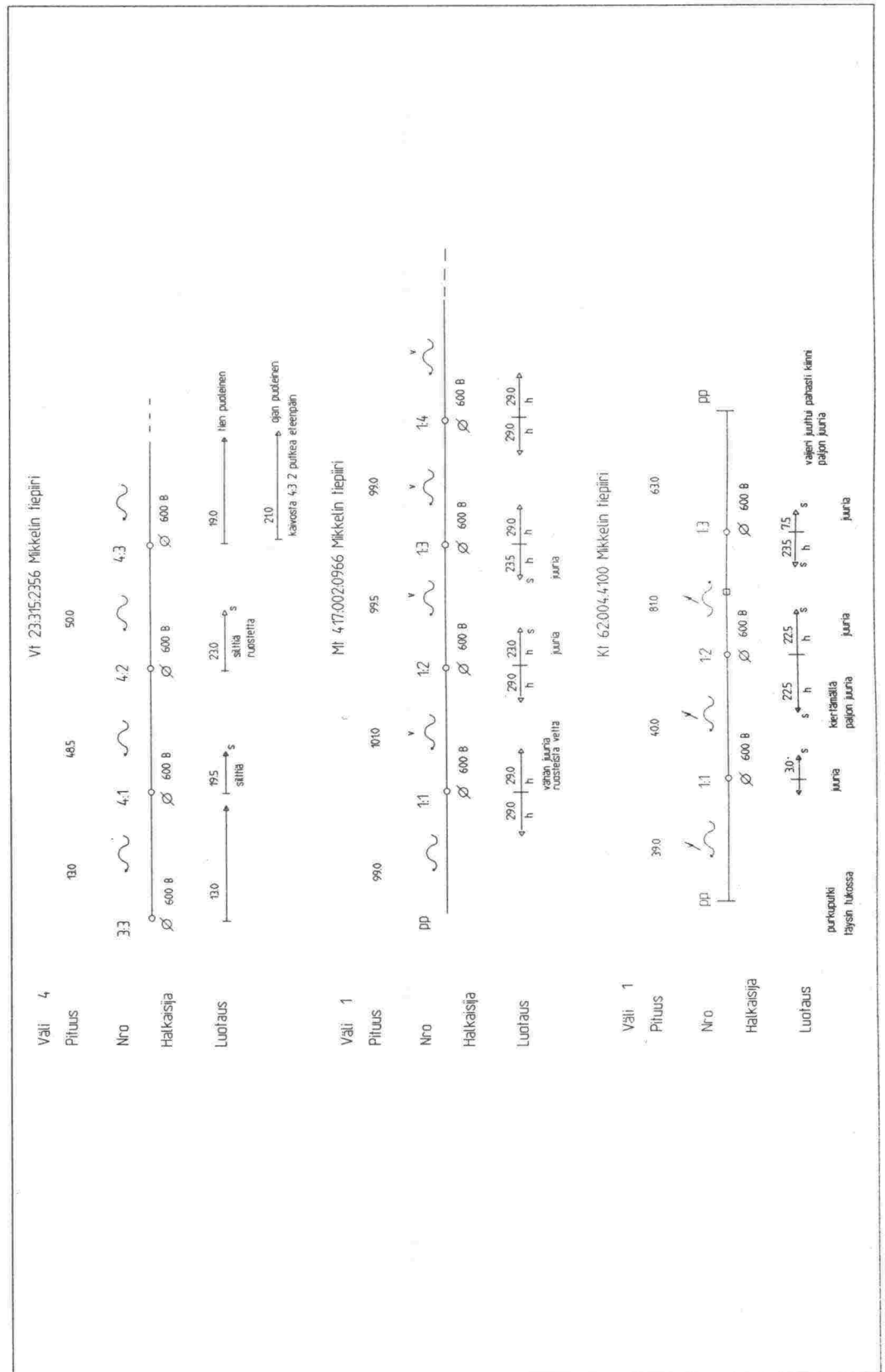
	Kaivo, salaoja
	Viemäri
1 : 1	
	Kaivon numero
	Kaivon halkaisija mm
Ø 300 M	
	Salaojaputken alku
20	
	Salaojaputken pituus m
	Salaojaputken pituutta ei tiedetä
20	
	Luodattu matka sondin pysähtymättä m
16	
	Luodattu matka, sondi pysähtyi m
s	
.....	Luotaamaton osuus
	Matka, jolla luotaaminen onnistui helposti
h	
	Veden virtaussuunta
v	
	Vesi virtasi putkessa
	Vettä putkessa, mutta ei virtausta
pp	Purkuputki
	Putken esiinkaivu



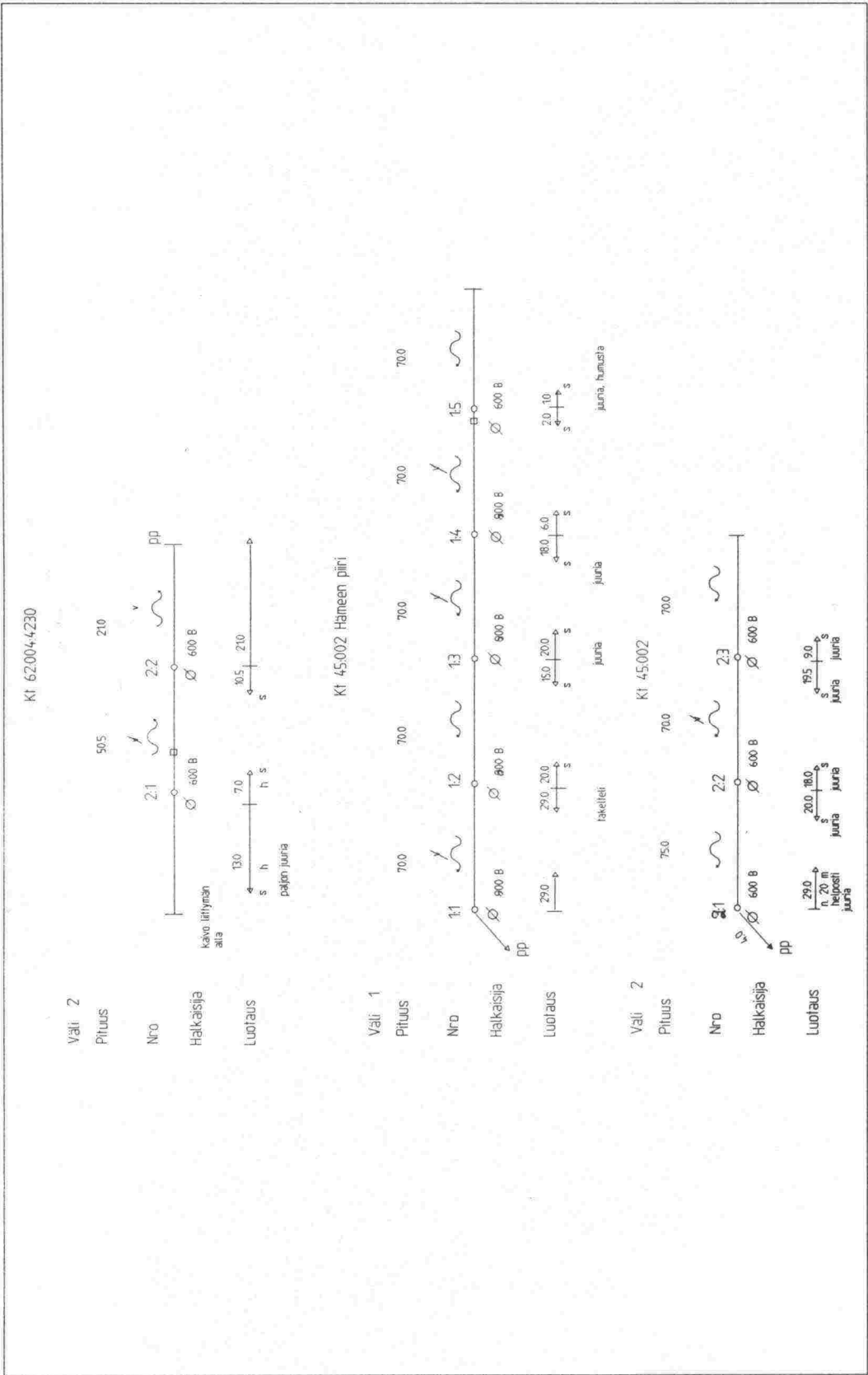
vesi virtasi hyvin, ei luodattu

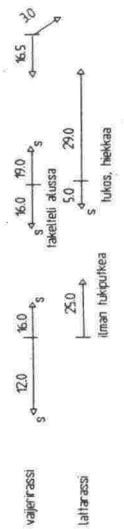
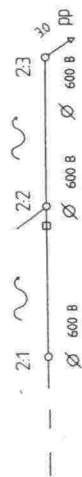
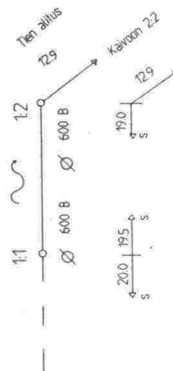
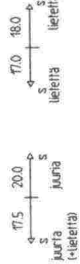
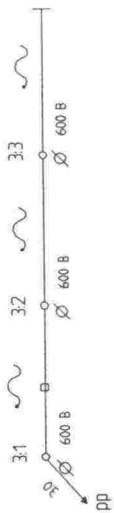
LIITE 3 2(10)

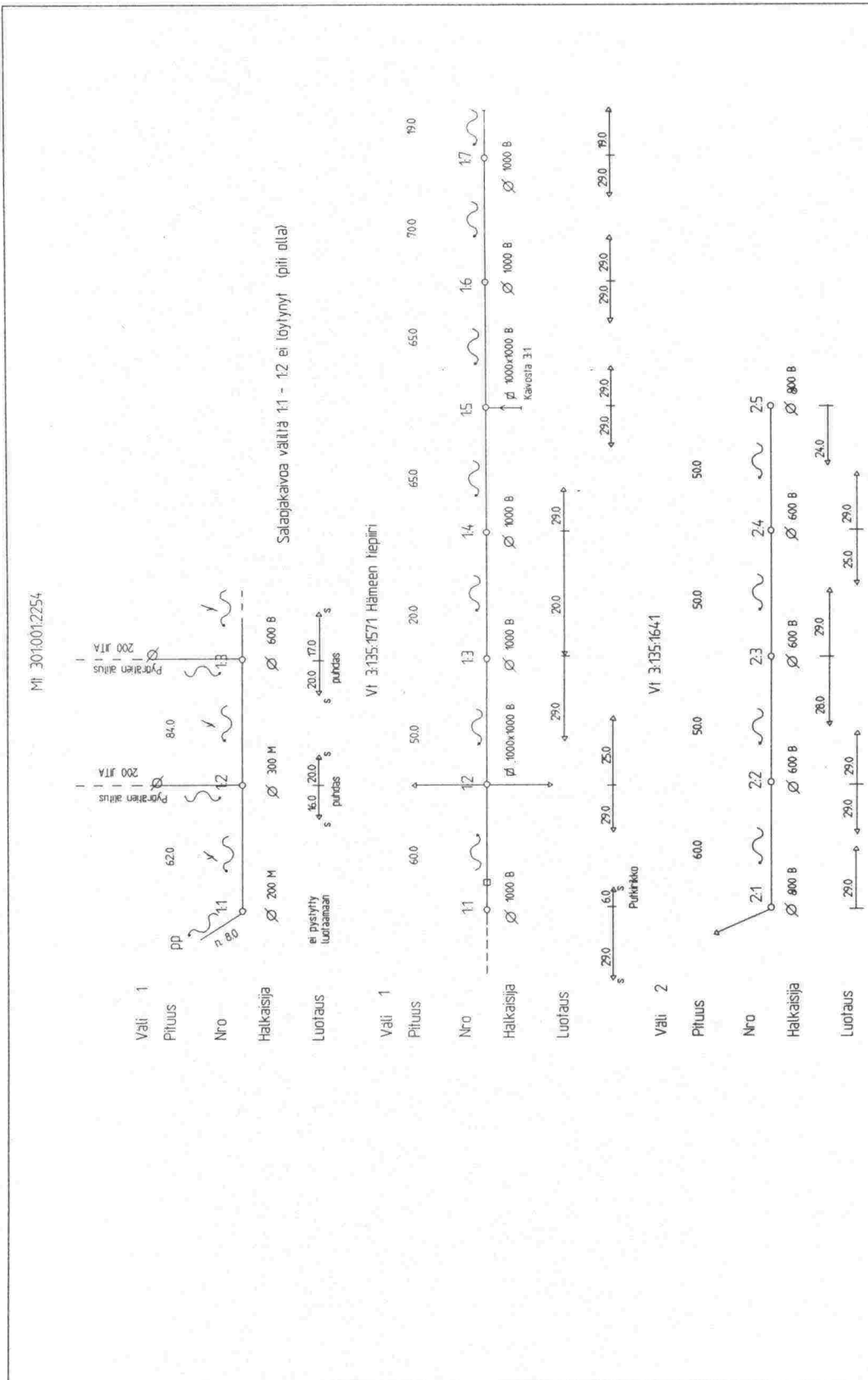




LIITE 3 4(10)







Väli 3
 Pituus 650 600 300
 Nro 3.1 3.2 3.3
 Halkaisija Ø 1000 B Ø 600 B Ø 600 B
 Luotaus 290 290 290
 Käyttö n. 5 min koodilla (saava) lin. saunamäki

Väli 1
 Pituus 410 190
 Nro 1.1 1.2
 Halkaisija Ø 800 Ø 800
 Luotaus 230 200 190
 Käyttö parhaimpiin paa. raitissa

Väli 2
 Pituus 320 470
 Nro 2.1 2.2
 Halkaisija Ø 800 Ø 800
 Luotaus 50 200
 Käyttö Käyttö 2.1 linnasta lähtien

LIITE 3 8(10)

PI 18679-0010550 Oulun tiepiiri

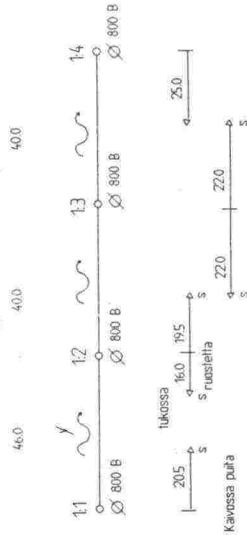
Väli 1

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



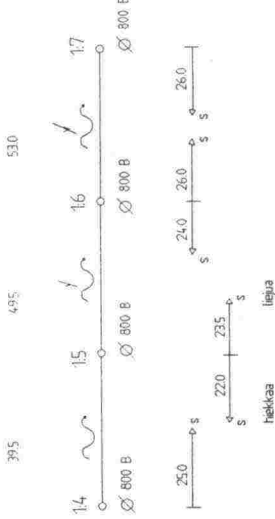
Väli 1

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



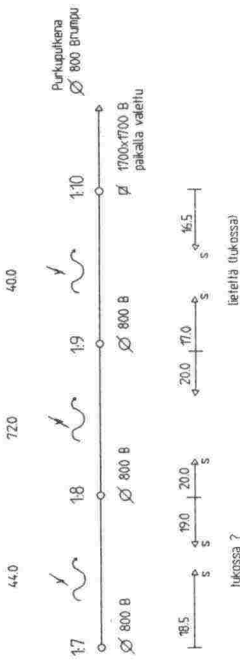
Väli 1

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



PT 18679.0010976 Oulun tiepiiri

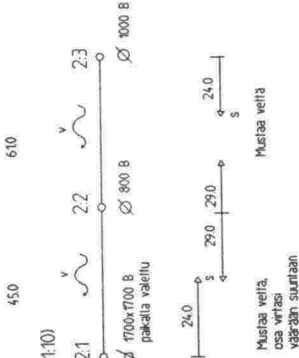
Väli 2

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



VI 5365.1192 Oulun tiepiiri

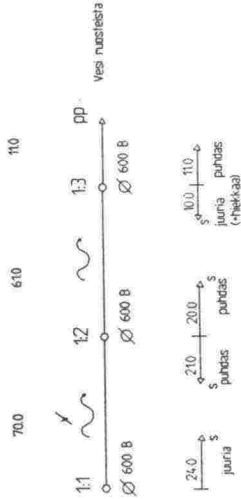
Väli 1 Tien oikea puoli

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



VI 5365.1192

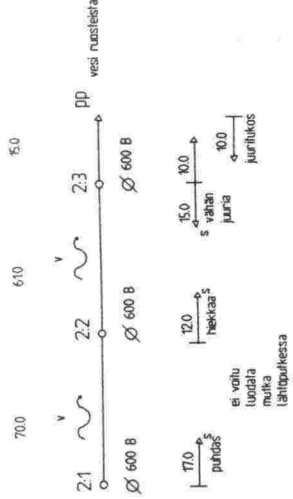
Väli 2 Tien vasen puoli

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



LIITE 3 10(10)

VI 53653453

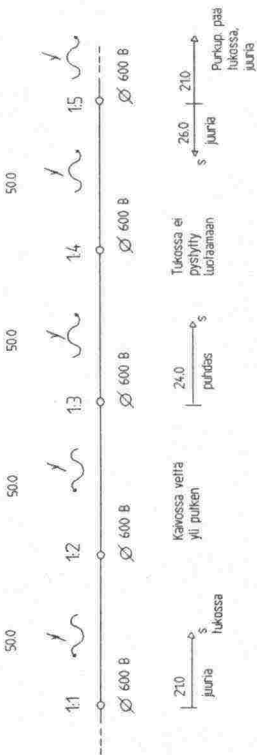
Väli 1

Pituus

Nro

Halkaisija

Luotaus



TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 1/1990 Liikenneonnettomuuksien aikasarjaennuste vuodelle 1990. TIEL 741863
- 2/1990 Liuskapystyöjakenttien toiminnasta. TIEL 703344
- 3/1990 Tiepenkereen holvautuminen : teoreettinen osa. TIEL 703343
- 4/1990 Bitumistabilointi : käytännön ohjeita, mitoitus. TIEL 703899
- 5/1990 Sorateiden ylläpidon ohjaus : stokastisen mallin soveltamisesta sorateiden kunnonmittauksiin ja toimenpidesuunnitteluun.
- 6/1990 Rengasmelu ja päällysteet. TIEL 703616
- 7/1990 Talvihoidon laadunseurantajärjestelmän kehittäminen. TIEL 703985
- 8/1990 Tiehankkeiden hyvinvointivaikutusten arviointi. TIEL 703618
- 9/1990 Tienkäyttäjän informoinnin kehittämismahdollisuuksien tarkastelu. TIEL 703987
- 10/1990 Tunneliteiden liikenneteknisen mitoituksen perusteita. TIEL 703620
- 1/1991 Satelliitteihin perustuvasta paikannusjärjestelmästä. TIEL 703780
- 2/1991 Autokanta ja liikenne OECD-maissa. TIEL 3200002
- 3/1991 Tiesalaojen toimivuus ja kunnossapito. TIEL 3200003